



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

ROSA MARIA RAMOS MARANHÃO

**ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH) APLICADO A MUNICÍPIOS
DOS SERTÕES DOS INHAMUNS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ - BRASIL**

**FORTALEZA
2010**

ROSA MARIA RAMOS MARANHÃO

**ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH) APLICADO A MUNICÍPIOS
DOS SERTÕES DOS INHAMUNS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ - BRASIL**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial do Nordeste Semiárido

Orientadora: Profa Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

FORTALEZA
2010

Universidade Federal do Ceará – UFC
Programa de Pós-Graduação em Geografia

PARECER

ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH) APLICADO À MUNICÍPIOS
DOS SERTÕES DOS INHAMUNS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ,
BRASIL

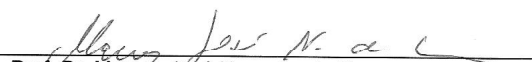
Defesa em 08 de dezembro de 2010


Conceito obtido: Approved

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Viádia Pinto Vidal de Oliveira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - (UFC)
Departamento de Geografia.


Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza


Prof. Dr. Edson Vicente da Silva
Universidade Federal do Ceará - (UFC)
Departamento de Geografia

Ao Professor Doutor Jailton Vieira da Silva, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará – UFC, que realizou o meu transplante, ao desconhecido doador da minha córnea e ao médico oftalmologista Edvaldo Freire Júnior que com carinho me acompanhou e possibilitou a realização do tratamento pré e pós-cirúrgico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Projeto CAPES-REUNI pelo financiamento desta pesquisa.

Agradeço a Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, ao Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza pelo apoio para à realização desta pesquisa.

Agradeço a Profa Maria Elisa Zanella e ao Prof. Edson Vicente da Silva pelos esforços e envolvimento da coordenação para a realização da pesquisa.

Agradeço ao Huáscar Pinto Vidal de Oliveira, Eliedir Ribeiro da Cunha Trigueiro e Prof, Carlos Lineu da Frota Bezerra, pelos bons momentos que passamos e os ensinamentos que me ajudaram na construção neste trabalho.

Agradeço a família Maranhão, por toda ajuda que me deram e que propiciou um ambiente de alegria para a realização dos meus trabalhos. Destaco a presença do meu primo Montini Silva Maranhão que está sempre comigo nos meus desafios.

Saudosamente agradeço ao meu pai, Pedro Maranhão Filho, por ter-me apresentado às letras e aos números.

E também agradeço a minha mãe, Enoça Ramos Maranhão, por ter-me acompanhado neste caminho.

RESUMO

As comunidades e o ambiente são elementos de um sistema complexo e necessitam de uma eficiente gestão dos recursos naturais e principalmente das águas, para que a vida silvestre e os solos sejam preservados e o desenvolvimento local seja atingido de forma sustentável e duradouro. A gestão estratégica da água e dos recursos naturais impõe a busca de instrumentos que venham colaborar com a sustentabilidade dos ecossistemas. As zonas semiáridas estão mais suscetíveis aos processos de desertificação e assim sendo merecem atenção especial. Os indicadores têm se mostrado bastante eficientes para representar a realidade, com capacidade de produzir cenários atuais e futuros. Deste modo as pesquisas lançam mão de novas tecnologias e vasta revisão teórica para tratar as informações de forma integradas e considerando ao mesmo tempo as particularidades de cada local, de modo a serem capazes de apoiar os gestores no manejo adequado dos recursos naturais. O binômio água-pobreza tem imposto a necessidade de construção de instrumental analítico multivariado para a visão integrada da diversidade de elementos envolvidos neste processo. O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) é um indicador holístico, que viabiliza a gestão ambiental a partir do conhecimento do grau de escassez hídrica e seus reflexos na sociedade, desenvolvido pelo grupo do Oxford Centre for Water Research (OCWR), no Reino Unido (2000) e aplicado em mais de 140 países. Nosso objetivo é calcular este indicador e verificar sua aplicabilidade nas ações relacionadas à pobreza e a degradação ambiental no semiárido cerarense.

Palavras chave: água, desenvolvimento social, degradação ambiental

ABSTRACT

Communities and the environment are elements of a complex system and need an efficient management of natural resources and especially water, to wildlife and soils are preserved and local development is achieved in a sustainable and lasting. The strategic management of water and natural resources requires the search for instruments that will contribute to the sustainability of ecosystems. The semi-arid areas are more susceptible to desertification processes and therefore deserve special attention. The indicators have been quite effective to represent reality, capable of producing current and future scenarios. Thus the researchers made use of new technologies and extensive literature review to treat the information in an integrated, while taking into account the particularities of each site in order to be able to support managers in appropriate management of natural resources. The binomial water-poverty has imposed the need for construction of multivariate analytical tools for integrated view of the diversity of elements involved in this process. The Water Poverty Index (HPI) is a holistic indicator, which enables the environmental management from the knowledge of the degree of water scarcity and its effects on society, developed by the group of the Oxford Centre for Water Research (OCWR), UK (2000) and applied to more than 140 countries. Our goal is to calculate this indicator and verify its applicability in actions related to poverty and environmental degradation in semi-arid region of Ceará.

Keywords: water, social development, environmental degradation

SUMARIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 7 |
| 2.1. A importância da água para o desenvolvimento | 10 |
| 2.2. A água e o desenvolvimento no semiárido | 15 |
| 2.3. O clima e as secas no Ceará | 21 |
| 2.4. Modelo de gestão dos recursos hídricos para o Brasil e o Ceará | 27 |
| 2.5. Indicadores como instrumentos de apoio à gestão | 30 |
| 3. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ASPECTOS SOCIO-AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO | 49 |
| 4. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA | 78 |
| 5. RESULTADOS | 87 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 90 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 92 |

1. INTRODUÇÃO

A água tem se destacado como bem precioso e estratégico e várias ações e programas de gestão participativa são propostos visando o gerenciamento racional dos recursos naturais. Em virtude da importância da água para a manutenção dos ecossistemas, muitas propostas atualmente buscam integrar as complexas relações envolvidas na sua gestão, desde as questões de ordem natural (como as de ordem econômica e social) (SULLIVAN, 2003). Deste modo, a necessidade de um manejo eficiente é diretamente proporcional à pressão exercida na natureza pelo aumento populacional, aparente no crescimento das cidades nas áreas áridas e semiáridas.

A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição.

A relevância deste estudo está na aplicação de um modelo geoestatístico que pretende, com seus resultados, apoiar a gestão dos recursos hídricos no sertão cearense.

A necessidade de uma gestão integrada e participativa tem imposto urgência da construção de instrumental analítico multivariado para conseguir uma visão integrada da diversidade de elementos envolvidos nesse processo. As informações tratadas devem oferecer elementos para ações atuais e futuras, garantindo o estoque e o acesso e promovendo, dessa maneira, melhores condições de vida no semiárido.

As pesquisas lançam mão de novas tecnologias e vasta revisão teórica para tratar as informações de forma integrada e considerando, ao mesmo tempo, as particularidades de cada local, de modo a serem capazes de apoiar os gestores no manejo adequado dos recursos naturais.

No semiárido cearense é evidente que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos se mostram insuficiente e em algumas localidades as fontes de água

apresentam elevados índices de poluição. Essa deficiência hídrica torna-se impedimento para o desenvolvimento humano e das atividades produtivas do meio rural de forma sustentável. Uma malha hidrológica difusa sobre o embasamento cristalino, que lhe confere a tipologia dendrítica, associada às temperaturas elevadas e às precipitações irregulares no espaço e no tempo, provocam um balanço hídrico negativo com déficit hídrico na maior parte do ano, fazendo com que os riachos tenham um escoamento sazonal e intermitente, tornando a gestão dos recursos hídricos um importante instrumento de desenvolvimento social e econômico.

O interesse em aplicar um instrumento de apoio na gestão dos recursos hídricos no semiárido cearense deve-se ao fato de tratar-se de uma região que apresenta grandes desníveis sociais e econômicos, com a predominância das atividades agropecuárias e extrativistas como forma de sobrevivência no campo, que provocam graves problemas ambientais visíveis nas grandes áreas fortemente degradadas da paisagem dos sertões cearenses, onde não encontramos mais nenhuma porção de vegetação intocada. Nas regiões semiáridas, as questões socioeconômicas e ambientais chamam atenção pelo grande contingente humano que habita essas áreas, impondo urgência nas ações que proporcionem sustentabilidade aos ecossistemas e qualidade de vida à população local.

É pela exploração da caatinga que o sertanejo consegue a madeira para prover a energia para seu sustento. Essa madeira também é vendida para queimar em fornalhas industriais ou em carvoarias, além da parte retirada pelo desmatamento para o aumento dos pastos e roças. A retirada da cobertura vegetal e a utilização inadequada dos recursos hídricos agravam a degradação das terras e impactam na produtividade causando efeitos negativos na economia, evidentes nas condições de pobreza das comunidades sertanejas. A dificuldade na implementação de técnicas e na modernização dos equipamentos se justifica pelos altos custos, reforçada pela falta de políticas públicas e de um planejamento que considere as peculiaridades socioeconômicas e ambientais locais e que desenvolva, na população, as noções de sustentabilidade na produção, uma vez que está associado ao mau uso com a perda da produtividade em grandes áreas. O modo produtivo rudimentar, baseado nas atividades extrativistas e em técnicas primitivas de cultivo das roças têm tido um impacto negativo sobre a fauna e a flora do

semiárido desde a entrada dos rebanhos de gado na colonização dos sertões (SOUZA, 2006).

Esses problemas estruturais não podem ser tratados fora das ações políticas que propiciem a inserção da população nos processos produtivos sustentáveis com a melhoria das práticas no uso e manejo, já que não basta a modernização das técnicas e o uso de novas tecnologias, sendo necessárias ações que transformem as atitudes do homem em relação aos recursos naturais, mantendo a integridade e funcionalidade dos ecossistemas.

A pressão humana sobre a natureza acontece de forma idêntica em outras regiões pobres do mundo. A exploração dos recursos naturais é a única possibilidade para manutenção das comunidades e é o mais importante dos fatores condicionantes da degradação ambiental nas áreas semiáridas.

A dinâmica climática dos sertões está sujeita à sazonalidade pluviométrica e aos eventos de secas. Essas características tornam os sertões ambientes altamente instáveis, com vastas áreas submetidas a fortes processos de degradação ambiental, que tendem à desertificação (SOUZA, 2006). As comunidades humanas, a fauna, a flora e o ambiente físico são elementos de um sistema complexo e necessitam de uma eficiente gestão de seus recursos, principalmente das águas, para que a vida silvestre e os solos sejam preservados e o desenvolvimento local seja atingido de forma sustentável e duradoura.

Por todos esses motivos, percebe-se a importância de uma gestão dos recursos hídricos apoiada em análises científicas, que sirvam para representar problemas do cotidiano através de modelos que produzam cenários que representem a realidade. Mais importante do que qualquer resultado matemático ou cenário construído, é a participação dos cidadãos nas decisões e com critérios claros e discutidos, para se chegar ao consenso nas formas de utilização, captação, armazenamento e distribuição dentro dos modelos de gestão participativa, tratando a questão dos recursos hídricos como fator preponderante para a manutenção da produtividade dessas áreas.

Os diversos usos da água, a qualidade e a disponibilidade são problemas que interferem diretamente na qualidade de vida das comunidades da região e são causa de conflitos diversos que dificultam a gestão dos recursos hídricos (SULLIVAN, 2003, ABRAHAM, 2006).

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foi desenvolvido no Reino Unido pelo grupo de pesquisadores interdisciplinar e interdepartamental do Oxford Centre for Water Research (OCWR), que envolve o tratamento de variáveis quantitativas e qualitativas para composição de um indicador que deve representar as relações entre a pobreza e a água nas comunidades das terras áridas e semiáridas. Pretende ser uma ferramenta holística para gestão dos recursos hídricos, relacionando os impactos entre a disponibilidade da água e seus efeitos sobre o desenvolvimento econômico das comunidades.

O objetivo principal é aplicar uma nova metodologia para o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) para o Semiárido Brasileiro, adaptada por Luna (2007), em seis municípios cearenses e propor uma inovação metodológica realizando ajustes nas variáveis (sub-componentes) que serão tratadas para gerar as componentes. A ênfase na componente ambiental se justifica pelas condições biofísicas dos ecossistemas e as condições socioeconômicas das comunidades locais. Nesse estudo, foi necessário um ajuste na normalização dos dados, tomando como princípio a mediana dos valores para a obtenção de um valor que deve variar entre 1 e 5.

As adaptações e ajustes metodológicos nos modelos estatísticos são, muitas vezes, imprescindíveis para que os resultados encontrados representem a realidade de cada localidade de estudo, uma vez que as peculiaridades socioeconômicas e ambientais devem ser consideradas. Ao conhecer as relações entre a população e os recursos naturais é possível trabalhar as comunidades no sentido de sensibilizá-las em prol de um futuro com condições de prover o desenvolvimento econômico e social. Políticas públicas participativas são um meio de assegurar a manutenção dos ecossistemas pelas medidas com ações de impacto de longo prazo, que podem ser implantadas respeitando as questões culturais.

Em virtude da natureza diversa dos dados não é possível calcular um indicador sem os ajustes de escala necessários. Além da diversidade, as datas apresentadas se atualizam em épocas diferentes, e são calculadas por parâmetros mais gerais. A atualização da base de dados pela realização do censo serve de parâmetro para a verificação das metas e para contrapor os resultados apresentados pelo estudo a nível nacional.

Para apresentar um modelo mais próximo da realidade, a escolha das variáveis considerou as que melhor representam as relações entre a pobreza e os recursos hídricos, permitindo avaliar a influência e seus efeitos sobre as comunidades.

Como objetivo geral, pretendemos:

- Calcular o IPH para seis municípios do semiárido cearense.

Como objetivos específicos, pretendemos:

- Analisar a eficiência do modelo aplicado ao nível de localidades, ou seja, verificar se o modelo dá condições para a construção de cenários condizentes ou próximos a realidade,
- Criar uma base cartográfica com as Unidades Ambientais, Relevo e Drenagem, Uso e Mosaico das Imagens CBRES.

Justifica-se a aplicação do Índice de Pobreza Hídrica em 6 municípios dos sertões de Crateús e dos Inhamuns, a oeste do estado, são eles: Crateús, Independência, Novo Oriente, Parambu, Quitériaópolis e Tauá, tanto pela urgência de soluções para problemas relativos à pobreza quanto pelas questões que envolvem a degradação ambiental nas áreas.

Essa área está inserida no Projeto Mata Branca no estado do Ceará e esse projeto é apoiado pelo Banco Mundial e tem como objetivo mapear os usos e as áreas de importância ecológica, além de ações sociais visando o desenvolvimento sustentável em áreas de caatinga. Compreende duas áreas: uma no estado da Bahia e outra no Ceará.

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, participa do projeto com atividades de análise ambiental e cartografia digital, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o levantamento e mapeamento dos elementos biofísicos e geomorfológicos através da análise das imagens orbitais CBERS-2. Para o estudo de análise ambiental foi adotada a escala 1:100.000 da cartografia sistemática nacional como base cartográfica planimétrica no mapeamento dos municípios de: Crateús,

Independência, Novo Oriente, Quiterianópolis, Tauá e Parambú, com área de 14.614,03 Km².

Um dos objetivos do projeto Mata Branca é mapear o uso e ocupação da área e identificar as manchas e estabelecer níveis de estabilidade dos ambientes em estudo, principalmente definindo as áreas as que se encontram em condições mais críticas de suporte ao ecossistema das caatingas. As áreas das nascentes dos Rios Poti e Rio Jaguaribe, deverão receber uma área de proteção em forma de corredor ecológico ligando Quitériaópolis e Tauá. (LEBRE et al, 2009)

2. REVISÃO DE LITERATURA

No semiárido cearense, as adversidades edafoclimáticas impedem o desenvolvimento de uma agricultura estável. O extrativismo vegetal, para uso da madeira e para lenha, a abertura de áreas de pasto, necessárias à pecuária extensiva e a agricultura de subsistência, são os meios de vida daquela população. A pecuária, historicamente responsável pela ocupação dos sertões, incorpora cada vez mais áreas para a expansão do seu processo produtivo, levando ao desmatamento áreas de caatinga de enormes proporções e aumentando as áreas de pisoteio e de solos compactados (SOUZA, 2000). Além destes fatores, o manejo inadequado da água, como em algumas técnicas de irrigação, compromete mais ainda a qualidade do solo, instalando processos de salinização (OLIVEIRA and SOUZA, 2003). Essas são atividades de grande impacto ambiental e necessitam urgentemente de ações de apoio e infra-estrutura que proporcionem o desenvolvimento social e a manutenção do equilíbrio no ecossistema. (SULLIVAN 2003, ABRAHAM 2006). Esses aspectos são partes de um processo cíclico com causas e efeitos intimamente ligados e têm seus reflexos aparentes por toda a paisagem sertaneja, pela desestabilização dos ambientes ocupados que se reflete na ecodinâmica da paisagem (TRICART, 1977).

Pesquisas indicam que 14% da área do Estado do Ceará estão afetadas por intensos processos de degradação que tendem a evoluir para o grau de desertificação. A erosão nos solos descobertos mobiliza material superficial assoreando rios e comprometendo toda a dinâmica ambiental da região (SOUZA, 2006). A irregularidade pluviométrica e uma área significativa de solos degradados são fatores relevantes que impactam no desenvolvimento social nas áreas semiáridas.

A área deste estudo compreende parte de duas importantes bacias hidrográficas para do Estado do Ceará: o alto curso da Bacia do Rio Parnaíba e a Sub-Bacia do Alto Jaguaribe, que abrigam as nascentes do Rio Poti (no município de Quiterianópolis) e as nascentes do Rio Jaguaribe (no município de Tauá), onde encontramos extensas faixas de terras fortemente degradadas. Nesses municípios estão presentes grandes problemas de ordem socioeconômica e ambientais relacionados à disponibilidade e ao acesso aos recursos hídricos e seus reflexos na capacidade econômica das comunidades locais, que são os pontos relevantes para a realização deste estudo.

Além de apresentar a relevância dos estudos ambientais nas áreas semiáridas, este trabalho busca relacionar os contrastes sociais resultantes de sua estrutura econômica. Os indicadores socioeconômicos dos municípios da área de estudos apresentam claramente os desníveis sociais e a concentração fundiária e de renda.

A pobreza e a falta de acessos representam vetores de aceleração dos processos de degradação ambiental. O ciclo se repete sempre que o sertanejo precisa extrair sua manutenção e sustento da mata. Por não existirem programas eficientes de agricultura sustentável no semiárido, os eventos de seca sempre se apresentem de forma calamitosa. Apesar de sua ocorrência cíclica, tende sempre a vitimar homens e animais, impactando negativamente a sociedade e o ambiente pelas perdas econômicas relativas ao evento e o drama social a ela associado. Mesmo com os avanços técnicos e as pesquisas realizadas no século XX, não foi implantada nenhuma ação ou programa que efetivamente mudasse o comportamento do sertanejo diante desta adversidade (GOMES, 2000). Desse modo, não existe a preocupação com a manutenção de estoque da produção excedente para os anos improdutivos, ou alternativas para alimentação do gado (como a produção de palma forrageira ou mesmo a redução dos rebanhos com o aumento da produção na indústria de charque, servindo o abate para a diminuição dos rebanhos e para alimentação humana nos eventos de seca de longa duração). Os esforços dos órgãos governamentais e as ações se mostraram ineficientes, apenas repetindo os modelos de assistência e obras, desde as primeiras secas que datam do século XIX (SILVA, 2008).

O bioma caatinga já sofre pelas suas condições climáticas e, com sua área no embasamento cristalino, passa por longos períodos secos e enxurradas nos períodos chuvosos. Esses fatores fazem parte da dinâmica desses ambientes, tornando qualquer intervenção na cobertura vegetal um vetor de aceleração dos processos erosivos. Os estudos sobre o avanço dos processos de desertificação no semiárido cearense estão na pauta das discussões. Mesmo assim as ações governamentais não conseguem propor soluções duradouras.

No ano de 2005, uma pesquisa da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), revelou uma realidade preocupante no semiárido cearense. O estudo revelou que 10,2% de todo o território cearense estava em processo de desertificação – uma área de 15.128,5 km². O trabalho visou mapear toda a região atingida por processos de desertificação, tendo início pela bacia do Jaguaribe e Irauçuba e circunvizinhos, devido ao alto grau de degradação daquelas localidades. Atualmente, a FUNCEME trabalha no Projeto Mata Branca e está previsto o mapeamento temático das áreas de intervenção nos municípios localizados na Mesorregião dos Sertões Cearenses, com o intuito de conhecer a realidade física atual e estabelecer ações direcionadas à preservação, conservação, uso e gestão sustentável da biodiversidade. (ANA SOARES et al, 2009).

Os desequilíbrios causados pelo uso e ocupação descontrolado desregulam cada vez mais a dinâmica das áreas ocupadas, dificultando a preservação dos ecossistemas, incluindo as áreas de nascentes dos rios, reconhecidas como ambientes frágeis e facilmente suscetíveis à instabilidade.

Dentre os municípios, objetos deste estudo, quatro deles estão entre os que possuem elevados índices de aridez e são nessas áreas onde estão os mais críticos processos de desertificação. No *ranking* proposto pelo IPEA (1995) (Tabela 1), Independência, Novo Oriente, Parambu e Tauá encontram-se dentro das dez primeiras posições; Crateús apresenta um índice moderado de aridez e, para Quiterianópolis, não foram apresentados dados na pesquisa do IPEA (1995), corroborando a importância de um estudo que proponha instrumental de apoio à gestão dos recursos naturais no semiárido cearense.

Tabela 1 – Dados da População (prevista 2008), Área, Índice de Aridez e Indicadores Socioeconômicos: Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Produto Interno Bruto *per capita* (PIB) dos municípios.

| <i>Ranking Aridez Critica</i> | Municipal | Pop 2008 | Area km2 | % em relação à área do Estado | Índice de Semi-aridez 1991 | IDM 2006 | IDH 2000 | PIB <i>per capita</i> 2006 R\$ |
|-------------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|----------|--------------------------------|
| 5º | Independência | 25.413 | 3.218 | 2,16 | 0,39 | 22,79 | 0,657 | 2841,00 |
| 6º | Novo Oriente | 27.418 | 949 | 0,64 | 0,39 | 25,90 | 0,602 | 2463,00 |
| 7º | Parambu | 30.596 | 2.303 | 1,37 | 0,39 | 18,29 | 0,613 | 2373,00 |
| 9º | Tauá | 54.273 | 4.306 | 2,91 | 0,40 | 30,65 | 0,665 | 3484,00 |
| Médio | Crateús | 72.385 | 2.965 | 2,01 | 0,45 | 34,20 | 0,676 | 2003,00 |
| - | Quiterianópolis | 20.079 | 1.041 | 0,70 | - * | 15,95 | 0,625 | 2408,00 |

Fonte: IPEA (1995), IPECE (2009), adaptado - * sem dados de aridez para este município

De acordo com o modelo atual de distribuição de terras e renda, encontramos dados alarmantes onde 10% dos proprietários detêm cerca de 90% das terras e os pequenos proprietários, com propriedades de área inferior a 100 hectares, perfazem 27% da área total dos estabelecimentos agrícolas. Reproduzindo de forma mais marcante a realidade nacional do campo.

O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* no semiárido, em 2002, era de R\$ 2.543,27, bem abaixo do valor médio da região nordeste, R\$ 3.694,34 e menos da metade da média nacional, de R\$ 7.630,93.

Os graves problemas das regiões pobres se perpetuam e não são possíveis projetos que proponham o desenvolvimento regional sem o envolvimento de todos nas decisões políticas. Na realidade as comunidades ainda esperam por novas alternativas onde se considerem as particularidades locais e promovam o desenvolvimento social.

É preciso mudar a percepção sobre as relações sociais e econômicas do semiárido para que o desenvolvimento das comunidades seja possível:

O Semiárido passa a ser concebido enquanto um espaço no qual é possível construir ou resgatar as relações de convivência entre os seres humanos e a natureza, com base na sustentabilidade ambiental e combinando a qualidade de vida das famílias sertanejas com o incentivo às atividades econômicas apropriadas. (SILVA, 2008).

2.1 A Importância da água para o desenvolvimento

As preocupações com o futuro dos recursos naturais se iniciaram nos anos 60 e têm aumentado a cada dia desde o final do século XX. Muitos encontros, reuniões e conferências aconteceram a partir da necessidade de programas que tivessem melhor resposta para que o desenvolvimento econômico fosse atingido sem que os impactos ambientais fossem tão intensos em virtude da crescente demanda por alimentos e energia. A catastrófica seca de Sael, em meados do século XX, foi um marco e tornou-se mundialmente visível por sua abrangência espacial e os grandes impactos sociais que esse evento causou, de proporções nunca antes vivenciadas pela humanidade. Esse evento extremo provocou debates na comunidade científica, alertando para a importância de um conhecimento integrado das causas dos fenômenos naturais e suas dinâmicas para propor modelos de convivência sustentável nas áreas áridas e semiáridas.

Problemas relacionados à distribuição temporal e espacial da água estão na pauta das discussões relacionadas ao desenvolvimento social, qualificando o recurso hídrico como agente de desenvolvimento. A gestão conta com apoio de agências internacionais que elaboram programas que visam a melhoria das condições de vida das populações afetadas pela escassez da água. O Banco Mundial tem incentivado a implementação de programas de impacto com o objetivo de estruturar os governos e a população para que se mobilizem na busca de informação e apoio técnico para prover a busca de um gerenciamento racional e participativo (Banco Mundial, 1999).

A importância da água para suprir as necessidades essenciais para a vida foi reforçada durante a “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente” - ECO-92, que aconteceu no Rio de Janeiro em Junho de 1992, na qual a importância de assegurar os recursos é aumentada de modo a abranger a dimensão ecológica. Em seu relatório final afirma que:

O gerenciamento holístico dos recursos hídricos, como um recurso finito e vulnerável, e a integração de planos e programas setoriais nas diretrizes sociais e econômicas nacionais são de grande importância às ações dos anos 90 e o gerenciamento integrado dos recursos hídricos

deve basear-se na percepção da água como uma parte integrante do ecossistema, um recurso natural e um bem social e econômico. (Relatório ECO-92, in Banco Mundial, 1999)

A importância da água como vetor de desenvolvimento e bem estar, relaciona diretamente a água às questões sobre a pobreza e progresso social. No nordeste do Brasil a situação da disponibilidade de água é bastante delicada. As secas e a poluição dos rios tornam mais complexas as intervenções no meio natural, os projetos mal definidos e que não promovem a sustentabilidade das áreas só trazem mais prejuízo, uma vez que não são pensados de forma integrada e acabam por não resolver a questão do estoque e da qualidade do recurso. Obras contra a seca não foram suficientes para tornar a convivência do semiárido menos crítica em algumas épocas do ano.

Uma das características hidrológicas do semiárido cearense é a pequena vazão dos corpos d'água, o escoamento com sua forma dendrítica e pouco profunda, que sofre a influência direta da dinâmica climática, tornando sua malha rasa e espalhada ou encaixada nas falhas do embasamento cristalino. Estas condições dificultam o armazenamento sub-superficial e subterrâneo, o que representa outra dificuldade no manejo eficiente da água (SOUZA, 2000).

Em todos os cursos de rios, suas várzeas e nas áreas agriculturáveis do sertão, o uso de técnicas inadequadas na agricultura e no manejo dos recursos hídricos, como as praticadas em algumas áreas de irrigação, comprometem o solo, provocando a salinização, o assoreando rios e lagos, seja pela destruição da cobertura vegetal natural e/ou o uso ineficiente dos solos e da água.

A Conferência das Nações Unidas sobre a Água, ocorrida em Mar del Plata (1977), apresentou um levantamento sobre a disponibilidade e a qualidade da água no mundo e os conflitos gerados pela escassez. Assim, a água foi reconhecida como uma necessidade básica:

Todas as pessoas, qualquer que seja seu estado de desenvolvimento e sua condição econômica e social, têm direito a ter acesso à água para beber em quantidade e qualidade igual para suas necessidades essenciais (Figura 1) (LUNA, 2007)

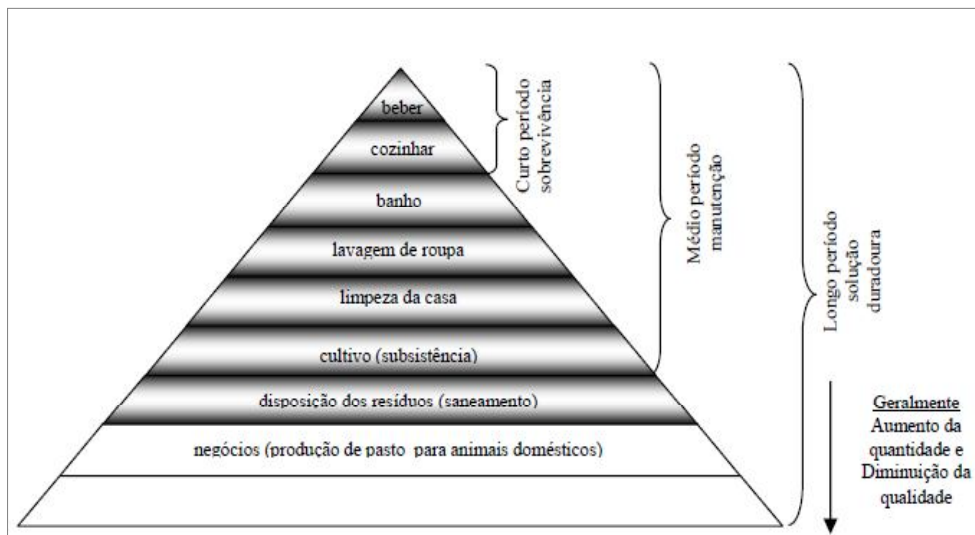


Figura 1: Hierarquização das necessidades hídricas - (LUNA, 2007)

Assim, embora os líderes mundiais tenham reconhecido que o acesso à água potável é um direito humano fundamental, também reconhecem que se deve aplicar o princípio da recuperação dos custos à utilização da água (RIBEIRO, 2008). Na Agenda 21, os Países participantes concordaram em que:

"18.2. A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição." (Agenda 21, cap 18)

No caso do semiárido cearense, a permeabilidade dos terrenos é bastante pequena, tornando a disponibilidade hídrica um fator de preocupação. Os impactos sociais e econômicos que acontecem nas comunidades nos eventos de seca nem sempre são sentidos pelos grandes proprietários, deixando aparente o grande custo social que recai sobre os mais pobres. Desta maneira, os conflitos pela água se apresentam como uma questão de grande relevância quando tratamos do acesso e da distribuição do recurso e as possibilidades de ganhos e desenvolvimento social.

As obras contra as secas não foram espacialmente distribuídas de acordo com as demandas das comunidades, mas pela pressão política de algumas famílias. Os açudes e poços vão parar nas grandes propriedades, tornando-se patrimônio privado. As praticas agrícolas e mau uso da água impactam os solos tanto pelas técnicas inapropriadas quanto pelo uso de produtos tóxicos que contaminam os solos, sendo carregadas para os cursos d'água e infiltrando-se e contaminando as águas sub-superficiais e subterrâneas. O regime de chuvas e os fatores geológicos influenciam na difícil recarga dos aquíferos.

Numa visão determinista, os rios perenes estão relacionados à abundância da oferta hídrica, enquanto os rios temporários significariam a escassez, sendo que outros fatores devem ser considerados antes de uma análise precipitada sobre as condições sociais e econômicas de uma região. Certamente as condições biofísicas e climáticas que se apresentam no semiárido cearense exigem maior racionalidade na gestão dos recursos naturais, mais particularmente em relação a água, sem podermos afirmar que são apenas esses elementos os responsáveis pelos desníveis sociais da região.

“Efetivamente, as condições físico-climáticas que predominam no *Sertão* do Nordeste do Brasil podem, relativamente, dificultar a vida, exigir maior empenho e maior racionalidade na gestão dos seus recursos naturais em geral e da água, em particular, mas não podem ser responsabilizadas pelo quadro de pobreza amplamente manipulado e sofridamente tolerado. Destarte, o que mais falta no Brasil em geral e no Nordeste, em particular, não é água, mas determinado padrão cultural que agregue confiança e melhore a eficiência das organizações públicas e privadas envolvidas no negócio da água”. (REBOUÇAS, 1999).

Independentemente da região, de um continente ou país, os vínculos entre a pobreza e água são evidentes (Quadro 1). A falta de água potável e de saneamento são fatores que comprometem a saúde da população com impactos diretos na produtividade nas comunidades, que padecem com uma infraestrutura precária, impondo pesados ônus para a manutenção dos sistemas de saúde.

| FALTA DE ÁGUA, SANEAMENTO E HIGIENE | DIMENSÕES DA POBREZA | EFEITOS FUNDAMENTAIS |
|-------------------------------------|--------------------------|--|
| | Saúde | <ul style="list-style-type: none"> ● doenças relacionadas com água e problemas no desenvolvimento causados por desnutrição em decorrência da diarreia ● menor expectativa de vida |
| | Educação | <ul style="list-style-type: none"> ● impacto sobre a assistência escolar (especialmente meninas) por doença, falta de salubridade ou por ter que transportar água. |
| | Gênero e Inclusão Social | <ul style="list-style-type: none"> ● o ônus recai, desproporcionalmente sobre as mulheres, limitando sua participação na economia monetária |
| | Renda e Consumo | <ul style="list-style-type: none"> ● elevada proporção do orçamento gasto em água ● menor potencial de geração de rendimentos por problemas de saúde, tempo dedicado a transportar água ou falta de oportunidade para dedicar-se a atividades que requerem água ● risco de alto consumo em virtude dos fatores climáticos |

Quadro 1 – Vínculos entre a pobreza, água e saneamento Fonte: (LUNA, 2007)

A participação dos cidadãos nas decisões sobre a utilização, captação, armazenamento e distribuição, é fator preponderante para manter o compromisso da comunidade com a segurança hídrica e a manutenção do abastecimento das áreas agriculturáveis. A qualidade e a disponibilidade são problemas que interferem diretamente na qualidade de vida das comunidades sertanejas.

2. A água e o desenvolvimento no semiárido

A água é responsável pela manutenção de um complexo sistema a nível planetário. O equilíbrio desse sistema envolve a participação da sociedade e de suas necessidades de consumo. Mesmo as mais primitivas comunidades se estabeleceram próximo aos rios e riachos, o que se associa à fertilidade dos solos. As modernizações dos instrumentos e das necessidades humanas demandam cada vez mais de água em seus processos produtivos, seja na agricultura ou na indústria. Desse modo, conflitos sobre os diversos usos e as prioridades de acessos acontecem cotidianamente.

Nas áreas onde a disponibilidade do recurso é precária, os conflitos são agravados e se refletem no baixo desenvolvimento econômico e social das

comunidades. A relação entre o uso da água e o gênero está fortemente relacionada. Existe um grande número de mulheres envolvidas no gerenciamento da água doméstica, cuidando da distribuição e qualidade do recurso, o que demonstra que a visão sobre o uso da água é diferente entre homens e mulheres (MMA, SRH, 2004).

O saneamento básico e a garantia da qualidade da água são ambos responsáveis por grande número de doenças evitadas, mas a cobertura de esgoto é insignificante em relação à cobertura de água encanada no semiárido cearense. Os projetos atuais de cobertura de água e esgoto têm estendido o acesso à água encanada no sertão, embora a qualidade da água não seja boa. Desse modo, podemos afirmar que a relação entre a pobreza e a água está evidente e necessita urgentemente de propostas que venham a melhorar qualitativamente os dados de cobertura.

O aumento da demanda por água está associado ao aumento populacional das cidades e das atividades produtivas, seja no campo ou na indústria, e os recursos disponíveis sofrem uma pressão direta, recebendo os efluentes das cidades nos corpos d'água, o que compromete as condições de consumo e potabilidade. Todos esses fatores são ampliados quando se trata de cidades localizadas nas áreas semiáridas pelas próprias condições naturais de solos e clima.

As ações e obras de contingência para a problemática da disponibilidade hídrica nas áreas semiáridas brasileiras datam do século XIX, motivadas pela ocorrência das secas de grande intensidade com impactos negativos consideráveis sobre a população e o ecossistema no Nordeste do Brasil.

A construção do açude do Cedro no Estado do Ceará, por iniciativa da Coroa Real, é o marco da intervenção federal no semiárido brasileiro, com o objetivo de mitigar os transtornos econômicos e sociais das grandes secas, embora efetivamente do ponto de vista institucional, apenas em 1909, com a criação da Inspetoria das Obras Contra as Secas, que viria a originar o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), se iniciou efetivamente a implantação da infraestrutura hídrica hoje existente.

A partir do final dos anos 40, com a fundação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODESAF), foi promovido o

desenvolvimento agrícola do Vale do São Francisco e a implantação do programa hidroenergético da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). A intervenção federal é ampliada pela implantação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que trouxe propostas para os programas de aproveitamento dos recursos hídricos e desenvolvimento econômico e social, enfatizando os estudos hidrogeológicos com objetivo de apoiar os programas de perfuração de poços e a instalação de uma rede hidrometeorológica no âmbito regional. Na década de 1980, a SUDENE elaborou o Plano Integrado de Recursos Hídricos (PLIRHINE), que foi o primeiro diagnóstico da situação dos recursos hídricos no semiárido brasileiro. (VIEIRA, 2006)

Podemos ainda citar outras instituições federais como o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE), o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) e a Companhia de Pesquisa e Recurso Mineral (CPRM), que lançaram esforços juntamente com a SUDENE no que se refere a ações para a gestão dos recursos hídricos como controle e planejamento para os usos das águas superficiais e subterrâneas. (VIEIRA, 2006)

É importante ressaltar que esses planos e ações sempre estiveram incorporados às ações mitigadoras dos impactos das secas prolongadas, porém sem contar com compromissos institucionais e financeiros para assegurar a manutenção e continuidade do apoio às comunidades após os períodos críticos.

A baixa produtividade agrícola decorrente da inaptidão das terras semiáridas do Brasil pode ser considerada uma afirmação falsa, pois pode-se encontrar baixa potencialidade agrícola em muitas outras áreas semiáridas do mundo. O emprego de tecnologia pode reverter esse quadro, o exemplo norte-americano é uma evidencia de que as práticas adequadas podem transformar este cenário, pois apesar da aridez do Centro-Oeste dos Estados Unidos, sua economia é bastante desenvolvida, ainda que esteja situada numa região árida de ambiente desértico. Esse exemplo evidencia que as ações políticas de desenvolvimento local são fatores que determinam o sucesso econômico das populações de áreas áridas e semiáridas. (REBOUÇAS, 1999)

Para o semiárido nordestino, as estratégias de ação para o desenvolvimento não asseguraram de maneira eficiente a gestão do setor hídrico, com grandes investimentos em obras estruturantes de contingência, sem promover o acesso das

comunidades à água. Essas dificuldades criam os conflitos e um cenário de extrema pobreza regional, sem muitas perspectivas de mudança pela dificuldade de prover água as populações devido aos custos envolvidos e as políticas públicas inadequadas, que não conseguem prover o acesso ao recurso pela falta da infraestrutura necessária ao transporte e distribuição. Para o pequeno produtor familiar esta estrutura demanda gastos com os quais sua condição econômica não permite arcar com o ônus das obras necessárias e energia necessária para o bombeamento.

As populações sem suprimento de água para as suas necessidades básicas são menos capazes de originar renda em face da diminuição da qualidade de vida em termos de saúde, educação e de capacidade produtiva (LUNA, 2007).

Apesar das dificuldades para perfuração no embasamento cristalino, a utilização da água dos poços profundos é a mais segura fonte do recurso, uma vez que se encontram protegidas da evaporação. Contudo, as técnicas de construção e utilização requerem conhecimentos específicos que não são dominados pela população e a sua localização algumas vezes se deu por motivações políticas sem atender aos objetivos de cobertura do abastecimento.

“O equívoco é espalhar e expor indiscriminadamente as águas territoriais em micros e pequenos açudes rasos ou barreiros, sem nenhum critério hidrológico, fazendo do sol inclemente o maior consumidor das águas assim acumuladas. Estas obras nem sequer resolvem o problema do abastecimento, pois até nos anos normais a maioria destes reservatórios seca no período de estiagem. Em tal caso, a equação da sobrevivência à seca é estocar as águas dos rios em açudes com superfície de evaporação (espelho hidráulico) bastante reduzida e profundidade bem superior à altura da lâmina média anual evaporada, entre 2 e 3m.” (REBOUÇAS, 1999)

A difícil situação dos sertanejos das áreas mais carentes do estado do Ceará estimulou as iniciativas de novos modelos de gestão com objetivo de favorecer e possibilitar o desenvolvimento regional. A utilização de instrumentos de

apoio a decisão foram aplicados pelos gestores na tentativa de um planejamento de metas que assegurem os limites mínimos de segurança e conforto, promovendo o desenvolvimento do sertão garantindo o progresso e a sustentabilidade dos ecossistemas das áreas semiáridas do Ceará de forma a atender as particularidades de cada região e para determinar prioridades de ações que impactem positivamente nos aspectos socioeconômicos, edafoclimáticos e na disponibilidade física da água.

A disponibilidade hídrica está associada ao volume de águas superficiais e subterrâneas efetivamente disponíveis de forma duradoura ou “permanente” (VIEIRA, 2006). No semiárido cearense, com suas bacias de rios intermitentes, a disponibilidade natural é nula. São os açudes proporcionam a regularização e perenização, em alguns casos, da disponibilidade hídrica anual. No caso de rios perenes ou perenizados, a disponibilidade natural considerada é o seu volume mínimo anual para garantia das águas superficiais. Desse modo, os grandes reservatórios ampliam os índices de disponibilidade se houver o acesso ao recurso, embora no semiárido cearense grande parte dos reservatórios sejam de pequeno porte e seus dados muitas vezes não sejam considerados.

O balanço hídrico negativo, característico do semiárido cearense, provoca perda significativa de água com impactos na qualidade do recurso disponível. O Projeto Áridas aponta em seu diagnóstico a dificuldade de dados e informações confiáveis. Os principais problemas apontados se relacionam à qualidade da água, devido à salinização dos corpos hídricos (que dissecam as formações cristalinas normalmente salinas), o elevado nível de turbidez devido ao assoreamento no leito de importantes rios, o processo crescente de poluição devido aos efluentes domésticos e industriais, lixo e produtos químicos para as lavouras (SRH 2009).

A elaboração de uma legislação específica sobre os recursos hídricos, particularmente no Nordeste, teve início com a Constituição de 1989. Nos anos 1990, a gestão dos recursos naturais vem para o centro das discussões e a institucionalização dos sistemas estaduais de gerenciamento da água começa a ser implantado. No início dessa década, o Ministério da Ciência e Tecnologia, através de uma comissão, constatou a falta de planejamento para o gerenciamento eficiente da água, de maneira mais preocupante para o Nordeste do Brasil.

Em 1992, em Fortaleza, foi realizada a Conferencia Internacional sobre os Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas (ICID), onde se discutiu a necessidade de se promover o desenvolvimento pelo uso sustentável dos recursos naturais. O Projeto Áridas vem estabelecer um novo paradigma para o desenvolvimento social e político, além das metas econômicas e ambientais. O governo federal, com apoio financeiro do Banco Mundial, lançou o Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro - PROÁGUA/Semiárido, implantado pelo Governo Federal em parceria com o Banco Mundial, que tem beneficiado o Estado do Ceará pelo avanço na política de gestão dos recursos hídricos praticada nos últimos dez anos e o fortalecimento institucional de todos os atores relevantes envolvidos com a gestão de recursos hídricos. Os financiamentos, da ordem de US\$ 330,000,000.00, são aplicados em todos os estados do nordeste e são provenientes de investimentos internacionais pelo Banco Mundial (60%), Japan Bank for International Cooperation - JBIC (21%) e pelos Governos Federal e Estadual (19%) (SRH 2009).

No intuito de modificar as políticas para o semiárido, o PRÓAGUA/Semiárido introduz a gerência integrada e, a partir de 1994, propõe a criação dos Comitês de Bacia Hidrográficas (CBH) orientada para o equilíbrio entre a oferta e demanda de água potável e para os diversos usos, evitando os conflitos e garantindo a oferta de modo a permitir o desenvolvimento sustentável da região (VIEIRA, 2006).

No Ceará, inicialmente, a proposta de gestão pelos Comitês de Bacias não teve credibilidade, provocando surpresa e, ao mesmo tempo, desconfiança por parte das comunidades, dos poderes públicos e nos grupos políticos locais. Entretanto, as propostas discutidas, sobre a melhor forma de manter o equilíbrio na distribuição da água para seus diversos usos foi proposta como um caminho para que toda a comunidade fosse atendida, seja a montante ou a jusante de um reservatório, considerando também a importância da perenização dos rios principais. Atualmente a experiência tem se mostrado positiva, embora muito ainda tenha que avançar para que o acesso à água para os usos prioritários (consumo humano e animal) seja garantido (COGERH, 2008).

A oferta *per capita*/ano se situa em torno de 1.617 m³, marca próxima do limite crítico estabelecido pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – 1.500m³/hab/ano. O déficit entre a oferta *per capita* máxima de água superficial reservada e a disponibilidade hídrica anual do Ceará de 819 m³/hab/ano é proveniente da água subterrânea e do potencial hídrico ainda não aproveitado pelas condições de exploração ou qualidade da água, que muitas vezes tem elevada concentração de sais, o que prejudica o uso da água para abastecimento humano e irrigação. (SRH, 2009)

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH representa o passo importante para a garantia do abastecimento de água para os diversos usos e tem o objetivo de identificar os problemas e conflitos relacionados à água, conhecendo as necessidades das populações locais, indígenas, ribeirinhas envolvendo os pequenos, médios e grandes usuários. A solução dos conflitos necessariamente passa por uma gestão compartilhada, na qual a maior preocupação é atingir o desenvolvimento ecologicamente sustentável, socialmente justo e economicamente viável. (MMA e SRH, 2004)

A problemática atual dos recursos hídricos deve ser entendida no âmbito mundial e, assim, a caracterização da água como bem econômico deve ser entendida como resultado dos indicadores de escassez da água doce. Nas áreas semiáridas, essa questão torna-se mais complexa. O valor econômico da água passa a ser contabilizado a partir de suas componentes, tais como: tipo do uso, qualidade, forma e local da oferta, nível de garantia, sazonalidade e situação climática. Para o cálculo do valor em regiões em desenvolvimento, outras componentes devem ser consideradas, como: benefício residual, custo alternativo, curva da demanda disposição a pagar explícita ou implícita (VIEIRA, 2006).

2.3. O clima e as secas no Ceará

A região semiárida cearense é submetida às dinâmicas climáticas de características próprias com as chuvas concentradas em um curto período e com variabilidade espacial significativa. Embora as médias anuais se apresentem entre

400 mm nas áreas do sertão e 1200 mm na faixa litorânea, a evapotranspiração nos períodos secos gira em torno de 2000 mm, resultando num balanço hídrico negativo na maior parte do ano. As temperaturas variam entre 25°C e 28°C, podendo atingir temperaturas elevadas - em torno de 38°C - em algumas regiões. Os eventos de secas recorrentes representam dramas sociais de grandes proporções, com impactos econômicos que se apresentam nos índices de desenvolvimento socioeconômico.

As condições geológicas e da drenagem, associadas ao regime climático, dificultam a manutenção da oferta hídrica equilibrada. Para estocar a água, há necessidade de construção de obras de infraestrutura, e os açudes se multiplicaram. Ainda assim, com estoque de água, os açudes não asseguram a disponibilidade hídrica mínima, pois, com o balanço hídrico deficitário, mesmo sem a ocorrência de secas, a perda de água, em volume e qualidade, é inevitável e se manifesta principalmente pela vulnerabilidade social e econômica nas áreas semiáridas.

Os sistemas atmosféricos atuantes no nordeste do Brasil são: A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e o Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), que agem durante o verão. Frentes frias oriundas das latitudes subtropicais induzem a formação de nebulosidade convectiva sobre essa área, apresentando áreas de instabilidade. A ZCIT - Zona de Convergência Intertropical - é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. A ZCIT é uma faixa de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre e é formada, principalmente, pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. De maneira simplista, pode-se dizer que a convergência dos ventos faz com que o ar quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo a formação das nuvens. O VCAS - Vórtice Ciclônico de Ar - Superior atinge a região Nordeste do Brasil. Forma-se no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. (FUNCEME, 2010)

Estudos meteorológicos apontam a influência entre as temperaturas oceânicas e a ocorrência das precipitações. o fenômeno El Niño ocorre

irregularmente entre 2 a 7 anos de intervalo, com uma média de 4 anos e se refere ao aquecimento da superfície do Oceano Pacífico Equatorial, ocasionando a diminuição da precipitação e secas em algumas áreas, agravando a situação da escassez de chuvas no nordeste do Brasil. Já La Niña é o fenômeno inverso, caracterizado por temperaturas anormalmente frias no Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental e sua intensidade é variável, podendo durar por mais de um ano. Ocasiona fortes chuvas na região nordeste no início do ano e um inverno seco no sudeste e sul do país. Em virtude da influência destes fenômenos climáticos dinâmicos, a ocorrência de anos chuvosos, seguidos de períodos anuais ou superiores de baixa pluviosidade, afeta as condições agrícolas, que são submetidas a uma irregularidade hídrica, o que dificulta a manutenção da produtividade dos cultivares.

Os processos de degradação ambiental severa com tendências à desertificação são resultado do uso insustentável dos ecossistemas das terras semiáridas, que sofrem impactos diretos da dinâmica climática, tornando crítica a intervenção humana pelos seus processos produtivos. A definição de aridez para fins de aplicação no Plano de Ação de Combate à Desertificação elaborado pelas Nações Unidas baseou-se na metodologia desenvolvida por Thornthwaite (1941), com posterior ajustamento por Penman (1953), quando o índice de aridez (IA) de uma região depende da quantidade de água advinda da chuva (P) e da evapotranspiração potencial (ETP). As classes de variação para este índice são apresentadas a seguir (Figura 2):

| Classificação | IA |
|-------------------|-------------|
| Hiper-árido | < 0,05 |
| Árido | 0,05 < 0,20 |
| Semi-árido | 0,21 < 0,50 |
| Sub-úmido seco | 0,51 < 0,65 |
| Sub-úmido e Úmido | > 0,65 |

Figura 2 - Classificação do Índice de Aridez Thornthwaite (1941),

A fórmula de Thornthwaite (Figura 3) foi posteriormente ajustada por Penman, (1953) a fim de que se elaborasse a classificação que é hoje aceita. A razão entre estas duas variáveis foi utilizada para o estabelecimento das áreas de risco e a elaboração do mencionado mapa da UNESCO, que tem servido de parâmetro para os estudos no mundo.



Figura 3 - Formula do Índice de Aridez Thornthwaite (1941) e Penman (1953)

As desigualdades socioeconômicas que se apresentam nas áreas áridas e semiáridas se evidenciam quando são comparadas com outras regiões. Os aspectos biofísicos, climáticos e a falta de políticas públicas colaboram para que o desenvolvimento das comunidades seja dificultado.

As secas que sistematicamente afetam o semiárido nordestino provocam sobre as comunidades, impactos econômicos e sociais que se apresentam como as principais razões da caracterização dessas áreas, associada aos problemas sociais regionais.

Os relatos sobre os eventos de seca datam de aproximadamente 300 anos, com recorrências que evidenciam tratar-se de um processo cíclico, embora seja sempre tratado como uma catástrofe imprevista. Ainda no final do século XX (1998-1999) uma grande seca foi registrada no nordeste do Brasil sem que nenhuma prevenção fosse aplicada.

A ocorrência da seca prejudica significativamente a produção agrícola de subsistência e a pecuária. Transformam-se em dramas que atingem a população sertaneja desprovida de recursos financeiros ou estoques de excedentes da produção para suprir suas demandas nesse período. Nenhuma providência efetiva foi adotada para evitar os dramáticos impactos socioeconômicos resultantes do fenômeno. As consequências desses eventos são sempre catastróficas, pois atingem diretamente o frágil sistema socioeconômico da região, deixando em seu rastro a miséria aguda, doenças ou epidemias e enormes migrações.

Para a economia, a seca representa, além da quebra da produção agrícola da região, o aumento nos preços dos alimentos e a redução na renda e na ocupação rural, recaindo sobre os outros setores econômicos, tais como comércio indústria e serviços (GOMES, 2001).

Apesar da ocorrência do fenômeno estar registrada desde os primórdios da colonização do Brasil, as medidas mitigadoras e de convivência com a seca pouco avançaram e continuam sendo remediadas com medidas sem nenhuma solução para diminuir os danos socioeconômicos associados.

Outro problema se apresenta quanto à controvérsia sobre o significado da seca, que se apresentaria em duas categorias: a seca absoluta e a seca relativa, também conhecida como “seca verde”. Na primeira situação, um grande déficit pluviométrico em um ano representaria a seca absoluta e, na segunda situação, haveria pluviosidade em época diferente do previsto no calendário agrícola, causando, assim, um impacto na produção (mas sem prejudicar a vegetação de uma forma geral).

Fome, migrações, saques e doenças são os principais prejuízos sociais associados às secas. Nos séculos XVI e XVII as secas, apesar de sua ocorrência, pouca importância tinham para os colonizadores, pois os impactos eram pouco representativos, uma vez que a civilização européia se estabelecera no litoral. Assim, os índios foram os mais atingidos e, somente no final do século XIX e no século XX, o drama foi reconhecido como uma tragédia socioeconômica.

No século XVIII, foram registrados 36 anos de secas com muitas mortes por fome e doenças, além da perda dos rebanhos. Foi nesse período que os sertões nordestinos foram povoados pelas populações vinculadas à pecuária. Sendo o início das representações e informes contendo apelos às autoridades, o governo iniciou as políticas de assistência financeiras, sendo priorizadas as áreas dos engenhos, com sugestões do uso da mão de obra disponível para o plantio da mandioca para assegurar a manutenção dos escravos. Na Carta Régia de 1736, a proteção aos senhores de engenho foi justificado pela falta de carne vinda do sertão em virtude da seca.

Demonstrando que as políticas governamentais não são alinhadas com o apoio aos mais necessitados, não se propõe uma ação eficaz que diminua o impacto social há muito tempo.

No início do século XIX, a seca de 1824/25 repercutiu pelo flagelo que se estendeu até 1826, deixando um rastro de miséria que se estendeu por toda a província do Ceará. Em 1877/79 ocorreu a grande seca, na qual, pelos registros históricos, teriam morrido aproximadamente 500 mil pessoas e houve uma perda econômica que envolveu lavouras, rebanhos e escravos. Todas as medidas governamentais tiveram resultados insignificantes. A única novidade foi o aparecimento do açude como instrumento para atenuação dos efeitos da seca. O subsídio governamental para a emigração de nordestinos para outras regiões já era praticada.

No século XX, a seca ocorreu em 24 anos, sem que sua abrangência fosse sempre sobre toda a região nordeste. Nas primeiras décadas, os impactos sobre as populações, produção e rebanhos foram devastadoras. As cidades receberam grande contingente humano dos retirantes e verdadeiros campos de concentração foram se estabelecendo como forma de conter a invasão urbana. Eram lugares que abrigavam grande número de pessoas, que propiciaram a propagação de doenças. Esses agrupamentos visavam facilitar a ajuda governamental. Em virtude dos prejuízos relacionados à seca, no ano de 1909 aconteceu a criação do Instituto de Obras Contra a Seca (IOCS), que seria a primeira ação governamental permanente, devendo o instituto sistematizar dados para elaboração de projetos para apoiar as obras. Em 1929, o Instituto Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), deu continuidade aos trabalhos e, em 1945, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas se tornou o órgão responsável pela construção de poços e açudes, que serviram para reduzir os impactos, mas não impediram a repetição de eventos dramáticos. A partir dos anos 40 as tragédias se apresentaram menos dramáticas, sem tantas mortes ou campos de concentração, mas ainda foram devastadoras para a produção agrícola e pecuária. Ainda no final do século XX, a prática de estímulo à emigração é praticada por algumas prefeituras, que doavam passagens para quem quisesse mudar para São Paulo, muito embora, sem o reconhecimento oficial (GOMES, 2001).

Nos anos de 1998/99, uma nova grande seca atingiu o nordeste, deixando claro que as políticas públicas baseadas em grandes obras não eram suficientes para evitar a recorrência das perdas econômicas com impactos relevantes no

desenvolvimento humano das populações das áreas semiáridas do nordeste do Brasil.

Um novo paradigma se estabeleceu em relação à manutenção das comunidades sertanejas. É pela compreensão das práticas culturais e pela percepção contextualizada de sua população que se percebeu as possíveis condições de conviver com os períodos de estiagem sem que os impactos negativos fossem desastrosos. Uma nova maneira de tratar as relações entre a sociedade e a natureza permitiu o paradigma da convivência entre o homem e as secas. Essa convivência deve ser mantida por estratégias de valorização do saber popular e da criatividade aplicada à construção de obras simples que podem garantir água em períodos mais críticos. Para o sucesso dessa abordagem são necessárias ações que promovam a sensibilização e mobilização da população para identificar as demandas prioritárias e tentar soluções práticas e em conformidade com a realidade visando a melhoria das condições de vida. Em outras palavras, a proposta é a mudança de atitudes e valores com profundo conhecimento da vida local, "induzido ou fortalecendo as alternativas de convivência" (SILVA, 2008).

O conhecimento aprofundado sobre o ambiente e as relações ecológicas entre o biofísico e o social nas áreas semiáridas vem complementar a proposta para o desenvolvimento regional apoiados em "uma formação de consciência sobre a realidade local e sobre as formas apropriadas de intervenção" (SILVA, 2008) com o propósito de integrar os conhecimentos para possibilitar a "melhora das condições de vida, suprimindo as necessidades fundamentais das populações sertanejas". (SILVA, 2008)

Verifica-se que a proposta de combate à seca e aos seus efeitos, que predominou durante quase todo o século XX, está atualmente em crise, tendo em vista que os seus fundamentos negam os princípios de sustentabilidade. A matriz de pensamento relacionada à modernização econômica e tecnológica vem renovando seus discursos, incorporando a questão ambiental e uma maior atenção ao social, interpretando a sustentabilidade como sendo a durabilidade do desenvolvimento com base na eficiência tecnológica e na racionalidade produtiva. (SILVA, 2008)

Essa proposta envolve educação e formação básica, além de um projeto político participativo apropriado para o desenvolvimento da região, envolvendo os diversos setores da sociedade civil e governo, que inclui a gestão participativa dos recursos naturais, com prioridade para as questões hídricas e da manutenção da produtividade agrícola nos planos e ações.

2.4 Modelo de Gestão dos Recursos Hídricos para Brasil e o Ceara

O Brasil é um país privilegiado no que se trata de recursos hídricos superficiais, sub-superficiais e subterrâneos, pelas condições climáticas favoráveis com chuvas abundantes e regulares em boa parte do seu território, o que lhe confere um estoque de quase 15% do volume de água doce disponível no planeta.

O semiárido brasileiro, entretanto, não compartilha dessa abundância de recursos hídricos devido às suas características próprias, apresentando solos rasos e arenosos, com malha hidrográfica de desenho dendrítico com vales pouco profundos. A disponibilidade de água sub-superficial e subterrânea é comprometida pelas condições geológicas, muitas vezes conferindo à água altos teores de sais tornando-a imprópria para o uso humano e agrícola. Inserido nesse contexto, o Estado do Ceará tem a maior parte de seu território sobre o embasamento cristalino com condições climáticas sujeitas às irregularidades no espaço e no tempo, comprometendo a recarga dos aquíferos e submetendo a vazão dos rios à sazonalidade das precipitações.

Os eventos de secas severas impactam o desenvolvimento econômico e social das comunidades sertanejas e, desde o século XIX, obras contra as secas foram implantadas, mas sem resolver o problema de maneira contínua e duradoura, uma vez que as obras de infraestrutura hidráulica não foram suficientes para proteger o semiárido cearense das perdas econômicas geradas pelas mesmas. Em virtude dessas dificuldades o Estado do Ceará avançou muito em relação aos modelos de gestão hídrica, servindo de base para a elaboração da nova legislação federal.

A história da gestão dos Recursos Hídricos no Brasil se inicia com o Decreto 24.643/1934, conhecido Código das Águas ou Lei das Águas, que tinha a missão de

proporcionar o desenvolvimento agrícola e industrial, principalmente o uso das águas continentais para geração de energia elétrica, sem a preocupação com a disponibilidade dos recursos, pois ainda não havia questionamento sobre a abundância ou déficit dos recursos hídricos.

Em 1959, com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, que esteve em atividade até meados da década de 70, procurou-se conhecer o ambiente natural do semiárido e as relações com as estruturas socioeconômicas. Foi apresentada a urgência de uma mudança nos projetos e ações, demonstrando que os impactos sociais da seca resultam da falta de políticas eficientes de gestão dos recursos naturais. Os Estudos Integrados de Base apontaram para a necessidade de um planejamento espacial e a importância de estudos aprofundados sobre os recursos hídricos e o potencial agrícola da Bacia do Jaguaribe. Estes estudos só puderam ser realizados pela implantação de 1.800 postos pluviométricos e 230 fluviométricos. Assim, foi possível a realização dos Planos Diretores de Bacia, que auxiliam estudos e pesquisas de campo a respeito de recursos hídricos, bem como as condições de uso de áreas a serem aproveitadas.

No Ceará, os principais estudos realizados foram o Plano Diretor do Vale do Rio Curú e o do Rio Jaguaribe. Este último propôs a implantação dos Perímetros do Baixo Vale (25.000 ha.), Morada Nova (8.000 ha.) e Icó-Lima Campos (3.000 ha.). Os empreendimentos identificados nos Planos Diretores tinham seus estudos prosseguidos com maiores detalhes nos Projetos de Aproveitamento Hidroagrícola. Entre estes, destacam-se os projetos das áreas jusantes dos Açudes Forquilha, Ayres de Souza, Santo Antônio de Russas, Riacho do Sangue e Cedro. Acontece, então, a época de ouro da engenharia civil, principalmente no governo Juscelino Kubitschek, com as grandes obras de açudagem, das quais o marco para os cearenses foi a construção do Açude Orós. (SRH, 2009)

Nos anos 80 do século XX, as questões ambientais e sobre o controle das águas motivaram as discussões, inclusive nos debates internacionais, demonstrando a necessidade de um sistema integrado e descentralizado, uma gestão participativa a nível de bacias hidrográficas e, a partir de então, a água passou a ser tratada como um bem de valor econômico. No ano de 1987, o Governo do Ceará criou a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), iniciando a política de

gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. A Constituição de 1988 e a Lei 9.433/1997 modificaram a classificação quanto ao domínio dos recursos hídricos, buscando um consenso entre o uso e o aproveitamento das águas no país. Também procurou incentivar o controle do uso industrial, visando manter uma disponibilidade mínima exigida para a priorização do desenvolvimento econômico. (SRH, 2009)

Desde o início da década de 70 o Banco Mundial tem interesse em apoiar projetos de abastecimento no semiárido brasileiro. Em 1974, no Ceará, foi implantado o Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos - PROURB, como ação pioneira. Os resultados foram bastante positivos, destacando-se a criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, concebida dentro do projeto de planejamento integrado e participativo. O sucesso do projeto possibilitou sua implantação em outros estados do nordeste do Brasil.

O Programa de Desenvolvimento Sustentável dos Recursos Hídricos do Semiárido Brasileiro – PROÁGUA Semiárido foi outra ação do Banco Mundial, que apesar de receber críticas em seus resultados, colaborou com a modernização da infra-estrutura hídrica prioritária e serviu para o fortalecimento institucional da Secretária de Recursos Hídricos do Meio Ambiente, bem como os planos de bacias visando a formação de grupos organizados preocupados com a melhoria da relação entre o governo e a sociedade civil, surgindo os comitês de bacias.

O Projeto Áridas também é de fundamental importância, pois apresenta as prioridades estruturadoras que devem ser atingidas até 2020 com ações tenham efeitos socialmente positivos no emprego, na educação e na saúde. Trata de três frentes que são: a infraestrutura econômica que apóia a melhoria dos transportes, do turismo e de energia, a infraestrutura social com ênfase na educação, no saneamento e habitação e outras que trariam grande impacto econômico e social no que se refere à reestruturação fundiária e uma política de recursos hídricos claramente definida. (LIMA,1995) Essa política visava instalar de forma viável os agropólos com vistas ao mercado externo e que trouxeram, já nos anos 2010, o estabelecimento de um mercado sólido na exportação de frutas com produção irrigada e tratada com manejo em conformidade com os padrões dos mercados internacionais.

A Lei 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, determinando, em seu artigo primeiro, que “a água é um bem de domínio público”. Essa legislação adota as recomendações gerais que sintetizam a experiência internacional para a gestão participativa dos recursos hídricos. (Banco Mundial, 1999)

Em 2006, com base na mesma lei, foi criado o Plano Nacional de Recursos Hídricos, tendo como principal objetivo dar um tratamento gerencial e participativo, enfatizando a prioridade da água para consumo humano. As discussões atuais são sobre as questões que se referem à dominialidade das águas superficiais e subterrâneas. A água, conforme a legislação atual é um bem público e pertence à União quando se acha armazenada em reservatórios federais e aos Estados quando represadas nos açudes estaduais. As transferências das águas entre Estados é outro assunto em permanente discussão, o qual o governo federal, através da sua Agência Nacional de Águas-ANA tem poderes para gerenciar. (SRH, 2009).

Pela necessidade urgente de um controle racional do uso da água, a instituição da cobrança pelo seu uso transforma o recurso em bem com valor econômico. Além do controle, a cobrança serve para gerar recursos para investimentos na gestão da água em cada bacia hidrográfica, tornando-se o principal meio de sustentação do novo sistema decisório descentralizado e participativo. Os Comitês de Bacias hoje são compostos pelos representantes dos poderes públicos federal, estadual e municipal, usuários e da sociedade civil. (SRH, 2009)

2.5. Indicadores Como Instrumentos de Apoio a Gestão

Os indicadores foram criados nos Estados Unidos nos anos 20 do século XX, logo após a Primeira Guerra, para demonstrar numericamente, a partir de coleta, análise e armazenamento de dados, as mudanças e os efeitos dos investimentos realizados na reconstrução dos países que sofreram danos econômicos e estruturais e os resultados dos programas de desenvolvimento propostos.

No âmbito da gestão dos recursos naturais, as diversas conferências sobre as questões ambientais impuseram o desenvolvimento de índices e indicadores que demonstrassem as intervenções do homem no meio e as questões de desenvolvimento econômico e social relacionadas.

Na gestão dos recursos hídricos, isso não é diferente, os indicadores, são necessários para poder planejar, de forma estruturada, os diversos fatores envolvidos na gestão, bem como controlar ações e resultados ensejados. (LUNA 2007).

Ao integrar os fatores sociais e ambientais nos modelos geoestatísticos é possível propor políticas públicas mais eficientes, sobretudo nas questões de acesso à água e saneamento e seus reflexos na saúde, no trabalho e no desenvolvimento das localidades.

As novas tecnologias e técnicas de análise de dados se mostram eficientes para tratar a complexidade dos problemas sociais, servindo de ferramenta de apoio à tomada de decisão, auxiliando os gestores no acompanhamento das ações com condições de avaliar a evolução dos processos e garantindo a compreensão e monitoramento das tendências, sendo bastante útil na identificação de dados relevantes. A inter-relação dos diversos componentes possibilita o entendimento dos processos envolvidos e proporciona uma visão de totalidade de um fenômeno. Segundo LUNA (2007), “O indicador pode ser entendido como uma medida que resume informações relevantes de um fenômeno particular e que deixa mais perceptível uma tendência”.

O cruzamento das informações e a análise das tendências são considerados conhecimentos abstraídos e sintetizados da realidade para demonstrar, de forma simples e clara, as dinâmicas socioeconômicas que servirão de instrumentos na formulação e ajustes das políticas públicas (Figura 4).

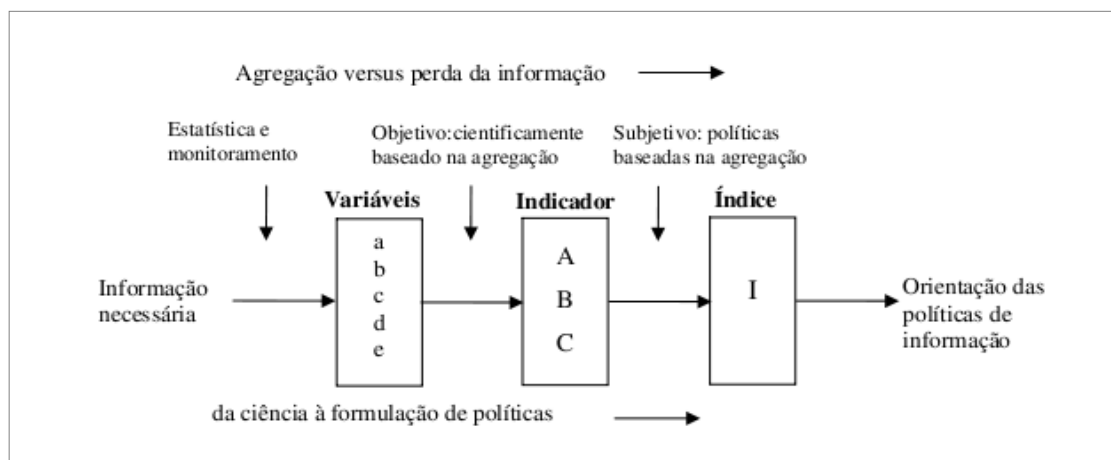


Figura 4 – Fluxo da informação para obtenção de um índice - Fonte: LUNA, 2007

Cenários podem ser apresentados e simulados a partir dos índices e indicadores, permitindo a definição de ações por sua capacidade de representar a realidade e verificar as tendências dos mesmos. Esses dados devem ser utilizados na gestão das políticas sociais e são reconhecidamente importante para as pesquisas.

O gerenciamento integrado dos recursos hídricos requer o uso apropriado dos índices e indicadores, pois considera vários fatores relevantes para o desenvolvimento humano, entre os quais: o uso doméstico, o uso para agricultura e indústria e água para manutenção da integridade ecológica. Estes fatores são muito complexos para serem traduzidos em uma linguagem simples. Os indicadores são a maneira mais apropriada de traduzí-los. O binômio água-pobreza tem imposto a necessidade de construção de instrumental analítico multivariado para uma visão integrada da diversidade de elementos envolvidos nesse processo (LUNA 2007). As informações tratadas devem oferecer elementos para ações atuais e futuras na perspectiva da sustentabilidade, garantindo o estoque e acesso e promovendo melhorias na qualidade de vida das comunidades locais.

A importância dos indicadores para o planejamento estratégico e para a tomada de decisão está na sua capacidade de sintetizar e representar diferentes realidades, permitindo a observação das relações entre as variáveis, sua relevância e significância através suas correlações, que fazem parte das análises de acordo

com o objetivo da aplicação. Podemos dizer, então, que os indicadores são capazes de traduzir fenômenos complexos; auxiliar no acompanhamento temporal destes fenômenos de forma sintética (Figura 5) (LUNA, 2007).

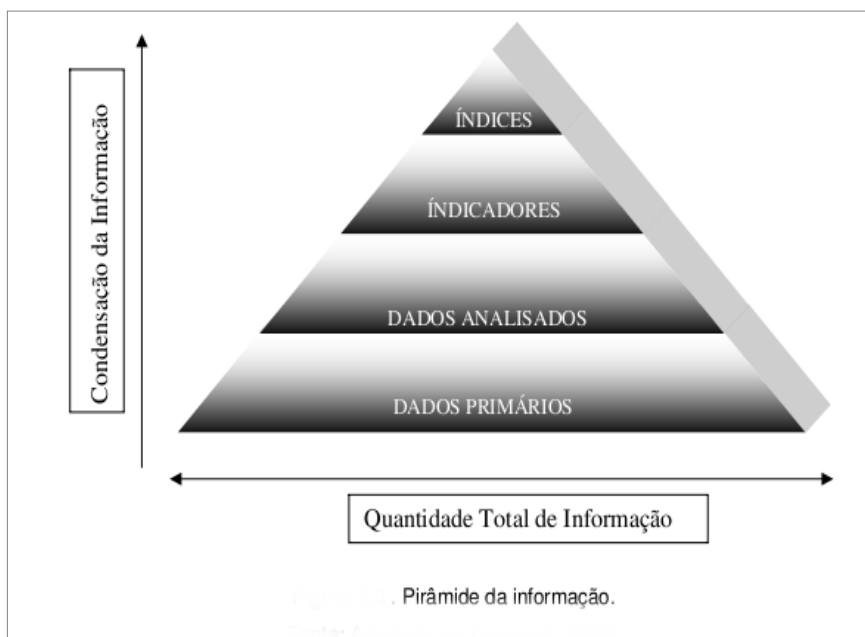


Figura 5: Pirâmide da Informação – Fonte: LUNA, 2007

Para uma análise da realidade através de indicadores, pressupõe-se que os dados compilados são relevantes para aquela situação particular. As ferramentas utilizadas no tratamento dos dados ganharam credibilidade com a automatização dos processos de tabulação de dados e apresentação dos resultados, ganhando rapidez e clareza na informação. As tecnologias da computação colaboram com as novas técnicas de análise multivariada na solução de problemas e tornam possíveis as ações de intervenção pela capacidade de processamento disponível a baixo custo.

Os indicadores socioeconômicos como o Produto Interno Bruto - PIB, o Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviço - ICMS e o Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM são exemplos de índices que apresentam as condições de desenvolvimento social econômico da região, sendo amplamente utilizado nos modelos ou sistemas de apoio à decisão aplicados sobre os dados.

Para o Estado do Ceará, em 2006, o IDM médio foi calculado em 28,24 e os municípios selecionados mostraram índices bastante inferiores sendo, dois deles, os menores do estado.

Os indicadores ambientais têm sido mais utilizados em razão da melhoria da qualidade dos produtos de sensoriamento remoto, como as imagens de alta resolução, a possibilidade de trabalhar com imagens de livre acesso através do site do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE e outras facilidades advindas da Internet, como o sistema “Google Earth” e “Google Maps”, que popularizaram as aplicações de imagens de satélite para o cotidiano das pessoas com acesso à Internet. Entre os avanços da informática, podemos destacar o aumento da capacidade de processamento e armazenamento a baixo custo, possibilitando o uso de recursos de alta tecnologia no dia a dia. Todos esses recursos colaboram para o melhor reconhecimento e tratamento das informações que podem ser representadas de forma espacial. Utilizando recursos mais sofisticados, é capaz de proporcionar o monitoramento preciso e eficiente dos dados da superfície associados aos dados climáticos, balanços de energia, vazão dos rios e qualidade de água, entre outras possibilidades de aplicação com acesso livre ao público.

A partir dos anos 1990, surgiu o interesse no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade por parte de vários setores do governo e da sociedade civil, institutos de pesquisa e universidades que, em todo o mundo, tentavam soluções prevendo os impactos sociais relacionadas às catástrofes advindas dos eventos climáticos extremos como as secas e enchentes. Neste contexto no ano de 2001, a United Nations propõe o desenvolvimento de índices para apoio a gestão dos recursos hídricos, sendo que, no ano 2000, os pesquisadores do Oxford Center Water Research (OCWR) já estavam desenvolvendo as aplicações do Índice de Pobreza Hídrica (IPH) a nível mundial. Inicialmente, o IPH foi aplicado em países africanos, asiáticos e depois a aplicação foi ampliada ao nível global, construindo um *ranking* dos resultados entre eles; este estudo foi publicado em Keele Economics Research Papers no ano de 2002. Nas conclusões, a equipe acredita que esse é o primeiro passo no sentido de medir o desenvolvimento humano e econômico e a água. Em 2005, a equipe dispunha de experiências que lhes permitiu adaptar o índice e foi definida uma metodologia para sua aplicação a nível local. A metodologia do IPH vem sendo adaptada conforme apresenta distorções e de

acordo com as particularidades de cada local. Esse índice continua sendo aplicado em outras regiões da Terra, onde a atenção está direcionada às áreas áridas e semiáridas para apoiar as ações relacionadas à manutenção da fertilidade dos solos e promoção da sustentabilidade dos ecossistemas num efetivo combate aos processos de desertificação.

Ao propor indicadores para análise dos recursos hídricos, é necessária prudência na apresentação das análises de resultados e suas respostas, pois elas podem mostrar tendências que não refletem a realidade. Por tratarem de informações de diversos tipos, os indicadores de abordagem holística ou integrada se distanciam dos instrumentos meramente quantitativos, sem prescindir da importância desses. Assim, os dados da hidrologia básica apenas conseguem descrever o estado de um recurso, seu volume e outras variáveis quantitativas, sendo este o uso para estatística mais comum. A partir das referências de determinado local é possível obter medidas regulares em uma série temporal, as quais podem mostrar tendências que visam o funcionamento do sistema hidráulico e possíveis propostas para o gerenciamento, sem, contudo considerar dados biofísicos importantes. Por ser uma medida de referência e por tratar das médias, não representa um estado que descreve a realidade e não dá respostas quando se pretende montar os cenários, então não é possível alcançar a precisão para criar tendências utilizando-se os valores médios simplesmente com base em séries temporais.

Pela importância em definir conceitos e conhecer os diferentes níveis de estoque e acesso à água, muitos estudos se preocuparam em desenvolver medidas que pudessem auxiliar na tomada de decisão e propor soluções realmente eficientes e eficazes com efeitos de longa duração.

O Indicador de Estresse de Água de Falkenmark, também chamado de Índice de Estresse Hídrico, apresentado em 1989 pela hidróloga sueca Malin Falkenmark, apresenta a escassez como a relação entre disponibilidade de água e população humana (disponibilidade/habitante/ano), sendo mais utilizado em escala nacional. Aponta que a oferta de recursos hídricos para o atendimento das necessidades humanas não pode ser inferior ao patamar de 1.700 m³/pessoa/ano. Como este indicador trabalha com dados nacionais anuais, esconde importantes dados de escassez para escalas menores, uma vez que não considera a infra-estrutura

hidráulica, que modifica a disponibilidade de água e não reflete importantes variações locais e regionais na demanda, tais como: estilo de vida, clima, cultura. Valores relacionados ao alerta de escassez hídrica das necessidades humanas básicas de água, ou seja: alerta de escassez hídrica quando o volume se apresentar em torno de 1.700 m³ / hab.ano; eventos de seca crônica se referem ao volume mínimo de 1.000 m³ / hab.ano; ressaltando que os patamares inferiores a 1.000 m³/hab/ano demarcariam a condição de escassez de água (Chronic Water Scarcity) e a escassez hídrica absoluta 500 m³ / hab.ano, referindo-se ao estado de penúria hídrica absoluta (Absolute Water Scarcity). A noção de stress hídrico, convive com variados graus de concordância e antagonismo com outras formulações. De um ponto de vista quantitativo, é extremamente difícil, por exemplo, adotar um padrão que contemple a heterogeneidade de situações vivenciadas pela humanidade nas diversas regiões do globo e suas peculiaridades climáticas, onde a convivência com os eventos de seca em terras áridas e semiáridas indica grande contingente humano sob escassez ou penúria hídrica. Com o objetivo de adaptar as condições regionais, o Índice de Estresse Social da Água foi criado para atualizar o Indicador de Falkenmark, considerando, além dos dados que o compõem, também a capacidade de adaptação das comunidades ao estresse por meios econômicos tecnológicos. (MAGALHÃES JR, 2003; RIBEIRO, 2008).

O Índice de Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos propõe uma avaliação mais precisa da demanda, relacionando o suprimento de água nacional à demanda. Assim, para este índice, a escassez é calculada pelo total anual de retirada como uma porcentagem da disponibilidade dos recursos hídricos. Esse índice não demonstra o quanto do volume disponível é utilizado para consumo humano e a quantidade de água utilizada pelos sistemas agropecuário e industrial, o reuso e a capacidade de adaptação das comunidades (RIBEIRO, 2008; LUNA 2007).

Os Indicadores de Sustentabilidade dos Recursos Hídricos foram desenvolvidos pelo Projeto Áridas e procuram retratar a situação dos recursos hídricos, utilizando como variáveis o potencial hídrico das unidades de planejamento e a disponibilidade hídrica de cada uma delas. Para estabelecer o *potencial hídrico* é necessária a quantificação dos recursos hídricos sem considerar os usos e a disponibilidade potencial, considerando as ações humanas na construção de obras hidráulicas como as barragens e os poços. (LUNA 2007).

O Índice de Estresse Hídrico

Desenvolvido no Projeto Waves, considera a escassez hídrica para quatro cenários de mudanças globais construídos segundo diferentes características de desenvolvimento regional e mudanças climáticas globais (ARAÚJO, 2005). O Índice de Estresse Hídrico é calculado entre demanda e oferta de água. A simulação do uso é realizada através do Modelo de Uso da Água no Nordeste – NoWUM, considerando o impacto das mudanças globais e dos modelos de gestão. (LUNA 2007).

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH)

Modelo holístico para avaliar se os indivíduos possuem água segura (em quantidade e qualidade satisfatória) para uso doméstico e da comunidade. Este índice tenta refletir a disponibilidade física da água, como a população é servida por essa água e a manutenção da integridade ecológica. Existe uma tendência à sua utilização em detrimento a outros em razão do seu caráter holístico.

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foi desenvolvido a partir de uma metodologia interdisciplinar, que trata informações quantitativas e qualitativas para uma compreensão mais ampla sobre a disponibilidade de água e o bem estar social das populações residentes em áreas secas, de modo a gerar informações que promovam o desenvolvimento das comunidades no contexto da sustentabilidade. O IPH permite identificar e estimar como a escassez hídrica afeta a qualidade de vida e a economia local, podendo ser aplicado na supervisão e monitoramento dos recursos hídricos, sendo um importante instrumento de apoio ao planejamento e gestão da água (SULLIVAN, 2003) de imprescindível utilidade no semiárido cearense.

O IPH é calculado a partir de cinco componentes: recurso, acesso, capacidade, usos e ambiente. Cada componente, por sua vez, é calculado a partir de variáveis selecionadas para sua composição. Os dados tratados pelas

componentes podem ser quantitativos, quando se referem ao volume do recurso, a disponibilidade, os tipo de uso, as perdas de safras por eventos de seca e os dados para a componente capacidade, que são compostos por dados socioeconômicos. Esses exemplos utilizam os dados secundários disponíveis nas bases de dados dos órgãos responsáveis. Para a composição da componente acesso, além de dados quantitativos, os questionários semi-abertos, trazem mais informações sobre o cotidiano dos moradores das comunidades. Desse modo, o IPH é construído pelos os dados primários, que serão coletados em pesquisa de campo, enquanto que outros dados serão coletados de bases de dados dos órgãos governamentais.

O cálculo do Índice de Pobreza Hídrica foi desenvolvido por Sullivan e sua equipe do Oxford Centre for Water Research (OCWR) no ano 2000 e aplicado em vários países da África, Ásia e América do Sul. Para sua aplicação no semiárido brasileiro, foi necessário um ajuste na componente recurso, pois na construção do indicador a nível local foi detectado um desvio que influencia no resultado da componente. Dessa forma, os recursos superficiais e subterrâneos foram associados aos usos e passou a denominar-se Componente Disponibilidade. Esse ajuste foi proposto por Luna (2007) na aplicação do IPH na Sub Bacia do Rio Salgado.

Na construção do IPH conforme a metodologia utilizada por Sullivan (2000, 2003) e por Abraham (2005) são considerados 5 elementos fundamentais: recurso, acesso, capacidade, uso e ambiente. Estas variáveis são compostas levando em conta os fatores mais relevantes de sua categoria e que devem ser tratados e normalizados para que seus resultados reflitam a realidade e sirvam de apoio à gestão dos recursos, colaborando para que a gestão seja eficiente e para apresentar de forma mais clara os resultados representados graficamente. Elas deixam evidente a situação das relações entre os elementos mencionados e como se refletem na sociedade, visando propor ações prioritárias e o monitoramento de metas planejadas.

A composição do IPH se dá através da média ponderada calculada para cada componente a partir de seus sub-componentes (variáveis). Cada valor encontrado deve estar em um intervalo unidimensional de 0 a 100. Uma nova média ponderada será igual ao valor final do IPH. Esses dados podem ser expressos em um gráfico que apresenta, de maneira bastante clara, informações de grande complexidade,

mas visualmente compreensíveis pelos gestores, uma vez que evidenciam as diferenças entre as localidades estudadas comparando os seus valores e sua situação para cada componente e apontando as localidades e componentes que necessitam de intervenções mais urgentes (SULLIVAN, 2003; ABRAHAM, 2006).

O cálculo requer dados sobre os recursos hídricos como o acesso, a capacidade de gerenciamento destes recursos e sua relação direta com os indicadores econômicos e considera, ainda, os conflitos pelos diversos usos da água. Trata da relação de gênero sobre a gestão do uso e distribuição da água, haja vista o grande número de mulheres envolvidas na coleta e na gerência do uso doméstico da água. Muitas vezes, a quantidade de água coletada está bem abaixo da média mínima que é proposta para garantir a segurança hídrica. A qualidade da água e as condições de acesso são importantes elementos que devem ser considerados; a cobertura residencial de água encanada e serviço de esgoto com tratamento também são variáveis que podem ser utilizadas (Quadro 2).

| componente | definição |
|------------|---|
| Recursos | Disponibilidade física da água superficial e subterrânea, considerando as variações de quantidade e qualidade total de água. Variáveis envolvidas: disponibilidade da água superficial e subterrânea, variações e segurança do abastecimento de água, qualidade da água. |
| Acesso | Nível de acesso para uso humano. Considera a distância percorrida para atingir a fonte de água "potável", incluindo o tempo gasto no caminho e na extração da água, a relação doméstica com a água. O acesso considera, além do uso doméstico, os usos agrícolas e industriais. Variáveis envolvidas: acesso a água potável, fontes, açudes, poços, cisternas, carros-pipa, conflitos relacionados ao uso da água, sistema de eliminação de dejetos humanos, quantidade casas com água e esgotos tratados, água para irrigação. |
| Capacidade | Trata da capacidade de manejo efetivo dos recursos, que permita, através das relações com a água, que se tenha acesso à saúde, educação e aos bens duráveis. Está diretamente relacionado às condições econômicas e sociais das comunidades residentes. Variáveis envolvidas: população, gastos com bens duráveis (itens de conforto), taxa de mortalidade infantil, educação, existência e participação em associações de usuários de água (comitês de bacias - no caso cearense). |
| Uso | Considera-se a eficiência da utilização do recurso nos diferentes setores, como o uso doméstico, o uso na agropecuária e na indústria. Variáveis envolvidas: uso da água em domicílios, uso da água na agricultura, uso da água para pecuária, uso da água na indústria. |
| Ambiente | Integridade ambiental relacionada à água, produtividade agrícola em relação ao uso dos recursos naturais e a degradação do solo. Variáveis envolvidas: biodiversidade, áreas protegidas, erosão dos solos. |

Quadro 2. Definição das componentes do Índice de Pobreza Hídrica (IPH). Fonte: SULLIVAN (2000) e ABRAHAM (2006) adaptado

Todas essas componentes são significativas para o entendimento das relações entre as comunidades locais e o ambiente onde estão inseridas. A fragilidade das áreas semiáridas e a densidade populacional se refletem nas condições socioeconômicas e ambientais, que se estabelecem pelo binômio pobreza-água.

A problemática ambiental pela exaustão das terras, resultado do mau uso, tende a agravar a situação de pobreza em virtude das perdas econômicas relacionadas aos eventos de seca ou mesmo pelos avançados níveis de degradação. O avanço da pecuária pelos sertões impactam os solos compactando-os pelo pisoteio, dentre as áreas de cultivo e muitas áreas já apresentam perdas de produtividade, que aumentam ano a ano. Mesmo nas áreas irrigadas, muitos danos aos solos podem acontecer, uma vez que nem sempre as técnicas utilizadas são adaptadas às condições locais, provocando danos aos solos. Essas questões não podem ser analisadas isoladamente, de modo que se fez necessária a adequação da componente Ambiente.

A necessidade de um ajuste da metodologia de Sullivan (2000, 2003) para o cálculo em nível local se dá pela dificuldade da espacialização dos dados para a produção cartográfica das variáveis estabelecidas, pois, para ao nível nacional, a complexidade das variações ambientais são tratadas em uma escala macro.

A aplicação do IPH serve para compor pesquisas de ordem socioeconômicas e ambientais como instrumento que dá condições para a compreensão da importância da água como vetor de desenvolvimento humano. O Programa de Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía em América del Sur utilizou esse índice para compor os Indicadores de la Desertificación para América del Sur aplicado ao nível local na Argentina, no Departamento de Lavalle, na Província de Mendoza.

Para a aplicação, os ajustes se fazem necessários em virtude da diversidade da natureza e escala dos dados e como proposta para a adaptação foram apresentadas as Unidades Ambientais de Referência (UAR) que representam os tipos de ecossistemas encontrados. Para a produção de um diagnóstico mais detalhado dos ecossistemas e dos usos da terra, considerando as condições de suporte biofísico e da utilização dos recursos hídricos o IPH, foi aplicado em uma de

produção em terras úmidas e outra com a produção em sequeiro. A comparação dos resultados das duas áreas serviu de base para demonstrar as diferenças socioeconômicas das comunidades (ABRAHAM, 2006). Não foi necessário um ajuste metodológico no modelo original de Sullivan (2002). Apenas a contraposição de dados na análise e alguns ajustes nas variáveis tratadas nas componentes de IPH foram suficientes para atingir os objetivos do estudo. Vale ressaltar que o IPH serviu para compor um indicador de desertificação para a América Latina, servindo como um parâmetro de análise dentre outros que serviram para finalizar o indicador de desertificação.

O critério utilizado para a construção do IPH é que o valor máximo geral esteja entre o intervalo de 0 a 100, calculado pela da média ponderada dos cinco componentes após os ajustes das unidades. Quanto maior o valor do resultado do cálculo, mais crítica a pobreza hídrica da localidade. A ponderação dos subcomponentes pode ser necessária dependendo da importância de cada variável em particular.

Os resultados de cada componente são obtidos através da media ponderada, que por sua vez participam do calculo do IPH, conforme as fórmulas adiante descritas.

O cálculo matemático do IPH combina esses 5 elementos através da seguinte expressão geral:

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^N w_i X_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Onde o WPI é o IPH para uma localidade específica “X” e o seu componente “i” da estrutura do IPH para esta localidade; “w” são os pesos aplicados ao componente. O cálculo deve ser repetido para todos os componentes, calculando cada um dos sub-componente (variáveis); os componentes irão ser combinados para compor o IPH. Todos os componentes enumerados devem ser calculados pela expressão:

$$WPI = \frac{wrR+waA+wcC+wuU+weE}{wr+wa+wc+wu+we}$$

Os valores máximos e mínimos são os valores originais para a localidade e, ajusta-se os valores médios para que o resultado se encontre no intervalo entre 0 e 100, sendo os piores valores os que estão mais próximos de zero e os melhores o mais próximo de 100. Algumas informações estão expressas em porcentagem. Para esses casos utiliza-se diretamente o valor, já que estas variáveis devem ser combinadas com outras informações que estão expressas em números reais. Dessa forma, é preciso tratar os valores numéricos para que possam ser trabalhados no cálculo das médias de cada componente (SULLIVAN, 2005).

Para o desenvolvimento do IPH para o semiárido brasileiro, uma adaptação metodológica foi proposta por Luna (2007), que teve como área de pesquisa a Bacia do Rio Salgado (uma sub-bacia da Bacia do Rio Jaguaribe) que está localizada ao sudoeste do Estado do Ceará e é composta de 23 municípios com grandes diferenças no que diz respeito ao desenvolvimento socioeconômico. Após o tratamento e a padronização das informações pelo recurso estatístico de média ponderada para o cálculo final do índice, optaram por considerar todas as variáveis com mesma importância (peso 1).

Para que o IPH revele a realidade de da relação entre disponibilidade e demanda, acesso e capacidade econômica, cada componente deve ser analisada com cautela e com uma abordagem integral para evitar que o resultado não represente a realidade. A componente Recurso, dependendo do volume de água disponível em um grande reservatório de um município da bacia pode interferir no resultado, mascarando a realidade:

Na bacia do Salgado existe um grande volume de água aduzido para o projeto de irrigação Icó-Lima Campos, o que eleva a disponibilidade dos recursos superficiais para o município de Icó, fator esse que pode mascarar a existência ou não de déficit para abastecimento desse município e dos demais e interferir no cálculo dos indicadores. Desta forma seguiu-se parcialmente a linha de desenvolvimento do IPH, Sullivan (2002). Sendo utilizados quatro indicadores ao invés dos cinco propostos no conceito inicial do IPH. Os indicadores recurso e uso, devido a algumas particularidades da região, foram trabalhados em conjunto, sendo denominado Indicador de Disponibilidade. - Indicador Disponibilidade: Corresponde aos recursos superficiais e subterrâneos disponíveis na região, bem como a sua variabilidade e confiabilidade subtraídos das demandas industrial e de irrigação. LUNA (2007).

Os fatores biofísicos evidenciam o esgotamento das terras produtivas, condicionando as populações locais a níveis críticos de pobreza (SOUZA, 2006).

Apenas o ajuste na ponderação das variáveis não se mostra suficiente para refletir a realidade ambiental da área de estudos. A pressão antrópica sobre os recursos naturais, devido ao seu processo produtivo baseado na pecuária extensiva e a na agricultura de subsistência baseada em técnicas rudimentares que impactam negativamente na qualidade e produtividade dos solos, se reflete em todo o desenvolvimento social das comunidades.

Como a manutenção da cobertura vegetal é um fator preponderante na preservação do solo, os atributos relativos composição da caatinga, como porte e densidade, se é uma mata nativa ou recomposta, são indicativos facilmente observáveis em campo, observa-se se no campo se ainda prevalece a mata arbórea e arbustiva ou se houve desmatamento e queimada para a instalação da agricultura ou pasto.

As classes de solo associados à vegetação, a declividade do terreno que afeta o escoamento laminar e tende a acelerar os processos erosivos. Esses processos erosivos, são analisados de acordo com as classes de erosão, podendo ser uma erosão natural ou provocada pelo manejo ineficiente, desequilibrando ambientes anteriormente estáveis para esta variáveis, considera-se o grau de erodibilidade (OLIVEIRA and SOUZA, 2003). Cada nova variável introduzida no modelo é caracterizada de acordo com cada unidade geocológica e tem a finalidade de localizar as potencialidades e limitações para o uso da terra (Quadro 3).

| componente | sub-componentes (variáveis) |
|-------------------|--|
| Disponibilidade | Disponibilidade da água superficial e subterrânea, qualidade da água - uso da água em domicílios, média consumo litros/per capita, subtraindo a água de irrigação, uso da água para pecuária, uso da água na indústria. |
| Acesso | Acesso a água potável, tempo gasto na coleta, % de mulheres envolvidos na coleta, % de residências com serviço e água e esgoto, % residências abastecidas com água de fonte particular, conflitos relacionados ao uso da água. |
| Capacidade | PIB <i>per capita</i> , % de moradores que concluíram o ensino fundamental, taxa de mortalidade infantil, ocorrência de diarreia, coeficiente de desigualdade GINI. |
| Ambiente | Os atributos relativos à caatinga (número espécies, porte e densidade das |

| |
|---|
| <p>matas, se é uma mata nativa ou recomposta, se prevalece a mata arbórea e arbustiva ou se houve desmatamento e queimada para a instalação da agricultura ou pasto), as classes de solo associados à vegetação, a declividade do terreno, erosão laminar e as classes de erosão (natural ou provocada pelo manejo ineficiente) e o grau de erodibilidade e o Índice de Aridez.</p> |
|---|

Quadro 3. - Componentes e subcomponentes para cálculo do Índice de Pobreza Hídrica para o Semiárido Brasileiro e a adaptação na componente Ambiente - Fonte: SULLIVAN 2000, 2003 – adaptado para as condições do Semiárido Brasileiro por Luna (2007) e a adaptação proposta na componente Ambiente (SOUZA and OLIVEIRA, 2003)

DISPONIBILIDADE

A componente Disponibilidade trata diretamente do volume de água superficial e subterrânea, considerando a qualidade da água e subtraindo as demandas industriais, agrícolas e para pecuária.

A pluviosidade e o balanço hídrico para avaliação da recarga dos aquíferos e sua influencia na vazão dos açudes e o nível do lençol freático, embora sejam atributos de grande relevância para o cálculo da componente, são atributos que estão embutidos no volume atual de água estocada nos açudes. A água superficial é representada pelos reservatórios, uma vez que não temos nenhum trecho de leito de rio perenizado e o escoamento superficial é sazonal. Essa sazonalidade influi diretamente na qualidade da água. A existência de poços em grande número pelo semiárido cearense não assegura qualidade no abastecimento pelas suas condições hidrogeológicas, que conferem altos índices de sais nas águas subterrâneas. Para a construção da componente foram utilizados dados sobre o volume dos reservatórios, adutoras, poços (PLANERH 2007) e cisternas (Projeto Caritas).

ACESSO

A componente acesso envolve não apenas o tempo e a distância necessários para a coleta de água potável, como também considera a porcentagem de mulheres e crianças envolvidas na coleta, uma vez que essa tarefa impede as mulheres de participarem de outras atividades produtivas, além de trazer problemas de saúde e

de aprendizado às meninas envolvidas com a mesma. Também considera o número de domicílios com água encanada e o uso do carro-pipa, que, de acordo com a Defesa Civil, atende apenas uma faixa de aproximadamente 2 km no entorno da sede municipal. Para compor o indicador, localizamos as comunidades do entorno que foram servidas por carros-pipa nos últimos 5 anos. Os dados para compor a componente acesso foram coletados em campo e outros foram obtidos junto a COGERH e a Defesa Civil.

CAPACIDADE

A componente Capacidade trata das condições econômicas das comunidades residentes na área em estudos, considerando principalmente as atividades produtivas que demandam de água. A importância desta componente está em representar os impactos relacionados à escassez hídrica e o desenvolvimento social das comunidades das áreas semiáridas. O estilo de vida, as condições econômicas, o desenvolvimento regional e as condições econômicas dos atores locais envolvidos nos diversos usos, devem possibilitar a classificação e a hierarquização das demandas locais pelo recurso, priorizando o uso humano. Dessa forma, a gestão participativa representa um nível de amadurecimento das partes envolvidas na gestão da água. a presença do Comitê de Bacias é indicador de integração dos diversos setores da sociedade, envolvendo todos os interessados numa eficiente distribuição e no estoque de segurança do recurso de modo formal. Foram utilizados os indicadores socioeconômicos para a construção da componente, tais como: o PIB *per capita*, a taxa de escolaridade, mortalidade infantil, ocorrência de doenças como a diarreia relacionadas a qualidade da água e o coeficiente de desigualdade para os municípios (GINI). Os dados em sua maioria foram obtidos no Perfil Básico Municipal do ano 2008 (IPECE, 2009)

AMBIENTE

A componente Ambiente traz um ajuste metodológico pela importância desse item como suporte aos ecossistemas e a sociedade. A importância está em retratar o uso exagerado dos recursos naturais, incluindo a forte degradação presente em algumas áreas de importância, como as áreas das nascentes. Esse estudo procurou evidenciar os impactos da pressão das comunidades sobre o meio no semiárido cearense.

As áreas áridas e semiáridas apresentam ecossistemas muito frágeis e vulneráveis à pressão antrópica, uma vez que estas áreas apresentam grande contingente humano com dificuldades na manutenção de um processo produtivo sustentável. Desse modo, as atividades extrativistas e extensivas empreendidas são vetores que aceleram os processos de degradação ambiental, tendendo à desertificação em algumas faixas de terra. Esses fatores têm relevância nas questões socioeconômicas, levando as comunidades a situações de privação e pobreza, representando um impedimento para o desenvolvimento local, pois, com os recursos naturais reduzidos e a população em constante crescimento, o desequilíbrio do ecossistema é inevitável.

A proposta de detalhamento das variáveis da componente Ambiente se tornaram necessárias por que as áreas deste estudo se encontram em situações críticas, fazendo com que essa componente seja de grande importância, inclusive pela relação direta entre o desenvolvimento econômico e os processos produtivos historicamente instalados.

Para que a pesquisa refletisse mais fielmente a realidade, lançou-se mão de uma análise integrada da paisagem, na qual as características biofísicas, geomorfológicas e climáticas são consideradas.

Pela análise apoiada na compartimentação dos sistemas ambientais (SOUZA, 2000), conforme a Ecodinâmica de Tricart (1977), utilizamos os níveis de vulnerabilidade aplicados aos estudos da dinâmica ambiental para o semiárido cearense considerando as interações entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos, conforme a evolução das unidades geoambientais. A classificação proposta é apresentada a seguir:

Ambientes estáveis: apresenta, estabilidade morfogenética antiga em função da fraca atividade erosiva, favorecendo a 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: na dinâmica atual do ambiente predominam os processos morfogenéticos ou processos pedogenéticos; se predomina a pedogênese, encontramos os meios estáveis; onde predomina a morfogênese, encontramos os meios instáveis.

Ambientes fortemente instáveis: apresentam uma intensa atividade erosiva, acelerando a degradação dos ambientes e diminuindo a capacidade produtiva das terras, provocando impactos negativos na paisagem.

Outros conceitos são necessários ao entendimento da dinâmica da paisagem. O manejo adequado das lavouras, dos pastos e das matas nativas condicionam a sustentabilidade ambiental. O uso e a ocupação desordenada são fatores que merecem atenção, pois a produtividade depende da forma como o processo de produção é praticado.

A sustentabilidade das unidades geoambientais se classifica 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 (SOUZA, 2000). Com base nestas informações, estabeleceram-se as seguintes categorias :

Sustentabilidade Muito Baixa – Áreas onde a capacidade produtiva é mínima e onde os efeitos da degradação ambiental se apresentam praticamente irreversíveis, pelo desmatamento e ao mau uso dos solos, além do déficit hídrico na maior parte do ano;

Sustentabilidade Baixa – Áreas que apresentam limitações quanto à capacidade produtiva, incluindo-se o pequeno potencial dos recursos hídricos superficiais e

subterrâneos, a irregularidade pluviométrica, um balanço hídrico negativo durante quase todo o ano, os solos rasos e a baixa fertilidade natural;

Sustentabilidade Moderada – Áreas que apresentam razoável capacidade produtiva e apresentam potencial hídrico satisfatório, dispondo de boa quantidade de água acumulada; com a possibilidade de utilização das águas subterrâneas; chuvas regularmente distribuídas e solos moderadamente profundos, com fertilidade natural de média a alta, apresentando um bom estado de conservação por parte da cobertura vegetal primária ou secundária.

Erosão e o Grau de Erodibilidade

Considerado um fenômeno natural com conseqüências desastrosas sobre a fertilidade e manutenção dos solos, a erosão é responsável pela perda de grandes agriculturáveis no mundo inteiro. A erosão geológica é tão antiga quanto a idade da terra e é causada pela ação do intemperismo eólico e hidráulico que age diretamente na remoção da camada do solo (solo agrícola), para tratar com mais propriedade as questões sobre os processos de degradação dos solos, para este estudo fatores como a declividade do terreno, a espessura do solo e a erodibilidade, fazem parte das variáveis observadas para a construção da componente Ambiente. A análise proposta trata das potencialidades erosivas e seus impactos devido ao modelado do terreno e o manejo dos solos.

Processos erosivos ocorrem de forma moderada em um solo coberto, sendo esta erosão chamada de geológica ou normal. Ao remover a vegetação nativa para expansão da agricultura ou da pecuária inicia-se o processo de erosão, nas áreas semiáridas o arraste de partículas constituintes do solo se dá pela ação da água e do vento, além da própria erosão geológica ou normal. A

erosão pela água desagrega e transporta o material erodido com grande facilidade, as gotas de chuva ao impactarem um solo desprovido de vegetação desagregam partículas que, conforme seu tamanho são facilmente carregadas pela enxurrada. Na área erosão pela água apresenta-se nas seguintes formas:

Erosão Superficial ou laminar: desgasta de forma uniforme o solo. Em seu estágio inicial é quase imperceptível, já quando avançado o solo torna-se mais instável, propícios aos processos de erosão mais fortes.

Erosão em Sulcos: canais ou ravinas; apresentam sulcos sinuosos ao longo dos declives, estes formados pelo escoamento das águas no terreno. Uma erosão superficial pode evoluir para uma erosão em sulcos, o que não indica que uma iniciou em virtude da outra. Vários fatores influem para o seu surgimento, um deles é o cultivo em áreas de declive, resultando em desgaste, empobrecimento do solo perda de solos.

3. CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

Para a escolha da área de estudo foram considerados os indicadores socioeconômicos que apresentaram valores representativos de baixo desenvolvimento socioeconômico e a importância da preservação do bioma caatinga remanescentes na área, devido à forte pressão exercida pela população sobre os recursos naturais.

Embora os limites políticos e administrativos não representem a extensão do bioma, foi necessário que o estudo estivesse baseado nesta divisão em virtude dos dados socioeconômicos que são assim demonstrados. Deste modo, o estudo compreende os municípios Crateús, Independência, Parambú, Quiterianópolis, Novo Oriente e Tauá. Dentro da área estão abrigadas duas importantes micro-bacias nas porções superiores das bacias do Rio Poti (município de Quiterianópolis) e do Rio Jaguaribe (município de Tauá). Este estudo deve apoiar ações de recuperação e de manejo para a manutenção da diversidade biológica e a produtividade dos solos.

Parte da área abriga as nascentes da Bacia do Alto Jaguaribe, no município de Tauá, onde nascem os riachos Trici e Carrapateiras que irão originar, em sua confluência, o Rio Jaguaribe e abastecer sua bacia hidrográfica. A Bacia Hidrográfica do Jaguaribe nasce de pequenos riachos intermitentes nas áreas altas no município de Tauá, no Sertão dos Inhamuns e transforma-se na mais importante bacia hidrográfica do Estado do Ceará, banhando mais de 50% (cinquenta por cento) do Estado.

O Rio Poti, participa de uma importante sub-bacia da Bacia do Rio Parnaíba, a Sub-bacia Hidrográfica do Alto Rio Poti, que ocupa área de 16.901 km², onde nascem os rios Poti e Macambira, incluindo o conjunto de sub-bacias pertencentes à bacia dos rios Longa-Pirangi. É a única das bacias principais não integralmente contida no Ceará. Suas águas também interessam ao estado do Piauí. Representa cerca de 5% da área de contribuição do rio Parnaíba entre os estados do Piauí e Maranhão. Abrange áreas dos municípios de Crateús, Independência, Novo Oriente e Quiterianópolis, com área aproximada de 8.277,16 Km². O rio tem suas nascentes principais no município de Quiterianópolis e outras nos limites de Quiterianópolis com os municípios de Parambu e Tauá, alimentadoras de riachos de grandes fluxos como o Bonsucesso, Três Irmãos, Cardoso, Independência, Contendas, dentre outros, que ajudam a constituir o Poti na região cearense (Figura 21).

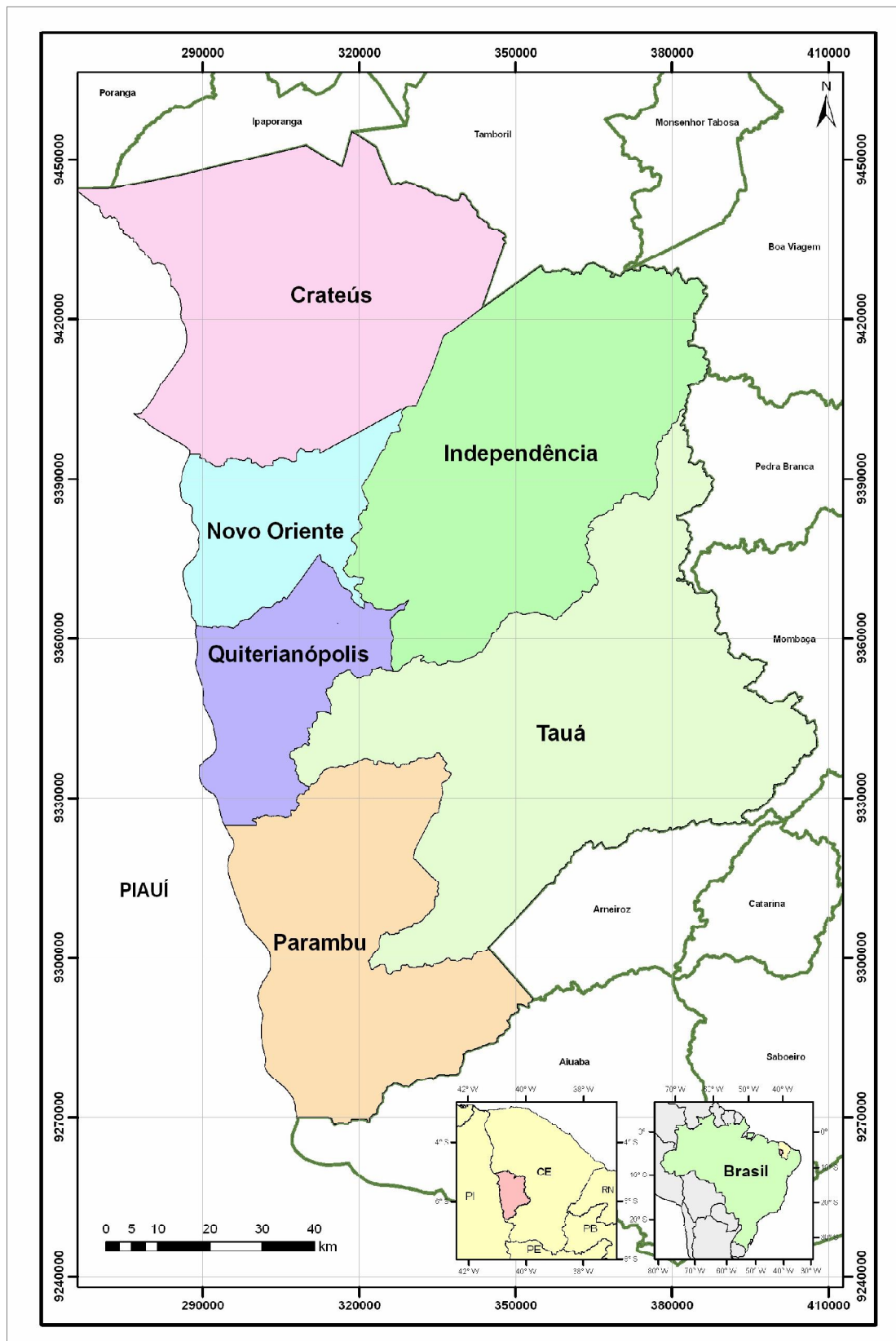


Figura 6 – Mapa de localização da área de estudos Fonte: a autora, 2010.

De acordo com o relatório técnico do Projeto Mata Branca (Banco Mundial – CONPAM/CE), em suas análises preliminares foram utilizados produtos de sensoriamento remoto que forneceram informações sobre o uso e ocupação da área. Através das mudanças espectrais foi possível sistematizar a distribuição das unidades ambientais e as suas condições de uso e ocupação. Essa atividade laboratorial serviu de base para a execução das atividades de campo para verificar em campo as distintas unidades delimitadas na interpretação e no levantamento de informações secundárias. As tipologias de uso e ocupação e o estado de conservação da vegetação foram determinadas associando as características naturais dos sistemas ambientais de ocorrência, a capacidade de suporte desses ambientes e o uso (Figura 22), evidenciando os principais problemas ambientais decorrentes da ocupação e às condições ecodinâmicas e de vulnerabilidade ambiental na perspectiva de manutenção do quadro atual de uso e ocupação (OLIVEIRA, 2010).



Figura 7 – Foto sertanejo na caatinga em Independência – Foto: Vladia de Oliveira, 2009.

Em sua geologia a área é apresentada dois macro domínios: a porção oriental da bacia sedimentar Paleozóica do Parnaíba e a área de exposição de rochas integrantes do embasamento cristalino pré-cambriano. Algumas pequenas manchas com coberturas sedimentares terciárias modificam a paisagem dentro do embasamento cristalino (Figura 8). As áreas ribeirinhas apresentam depósitos aluviais Quaternários. A área da bacia sedimentar com rebordos soerguidos e capeados por litotipos da Formação Serra Grande (Siluro-Devoniano) compõe o planalto cuestiforme da Ibiapaba. A partir de sua base, estende-se para leste, a depressão periférica da Ibiapaba com rochas do embasamento cristalino. Sobre esta superfície, destacam-se os níveis residuais elevados das cristas e dos pequenos maciços residuais, além de agrupamentos de inselbergs (Figura 9).



Figura 8 – Foto Relevo ondulado, Quiterianópolis – Foto de Vlândia Oliveira, 2009



Figura 9 – Foto Presença de Inselbergs, Depressão Sertaneja - Foto: Vlândia de Oliveira, 2009

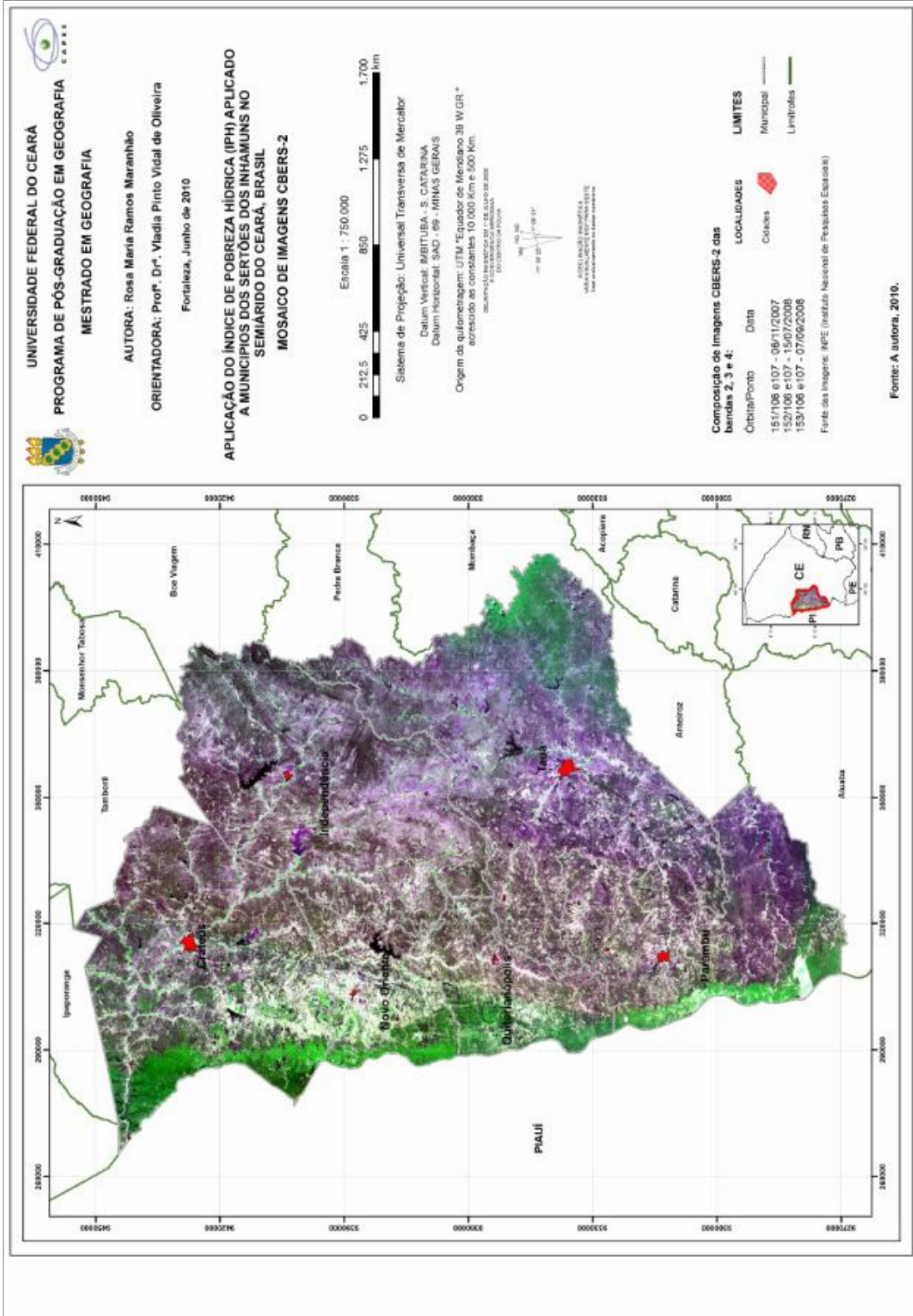
Os vales que se desenvolvem a partir das nascentes do rio Jaguaribe e do rio Poti, apresentam planícies fluviais cujas características geoambientais contrastam com os interflúvios sertanejos. Há na área, evidente primazia espacial dos sertões da depressão periférica. Eles são submetidos às influências do clima semiárido com evidentes deficiências hídricas anuais e inter-anuais, solos variados mas dotados de pouca espessura, sendo extensivamente recobertos pelas caatingas que exibem, também, variados padrões fisionômicos e florísticos. As superfícies pediplanadas dos sertões contrastam com os demais setores que compõem o espaço regional. Os maciços residuais, o planalto da Ibiapaba e as planícies fluviais têm características geoambientais próprias, diferindo substancialmente dos sertões (Quadros 4, 5 e 6), (OLIVEIRA, 2010).

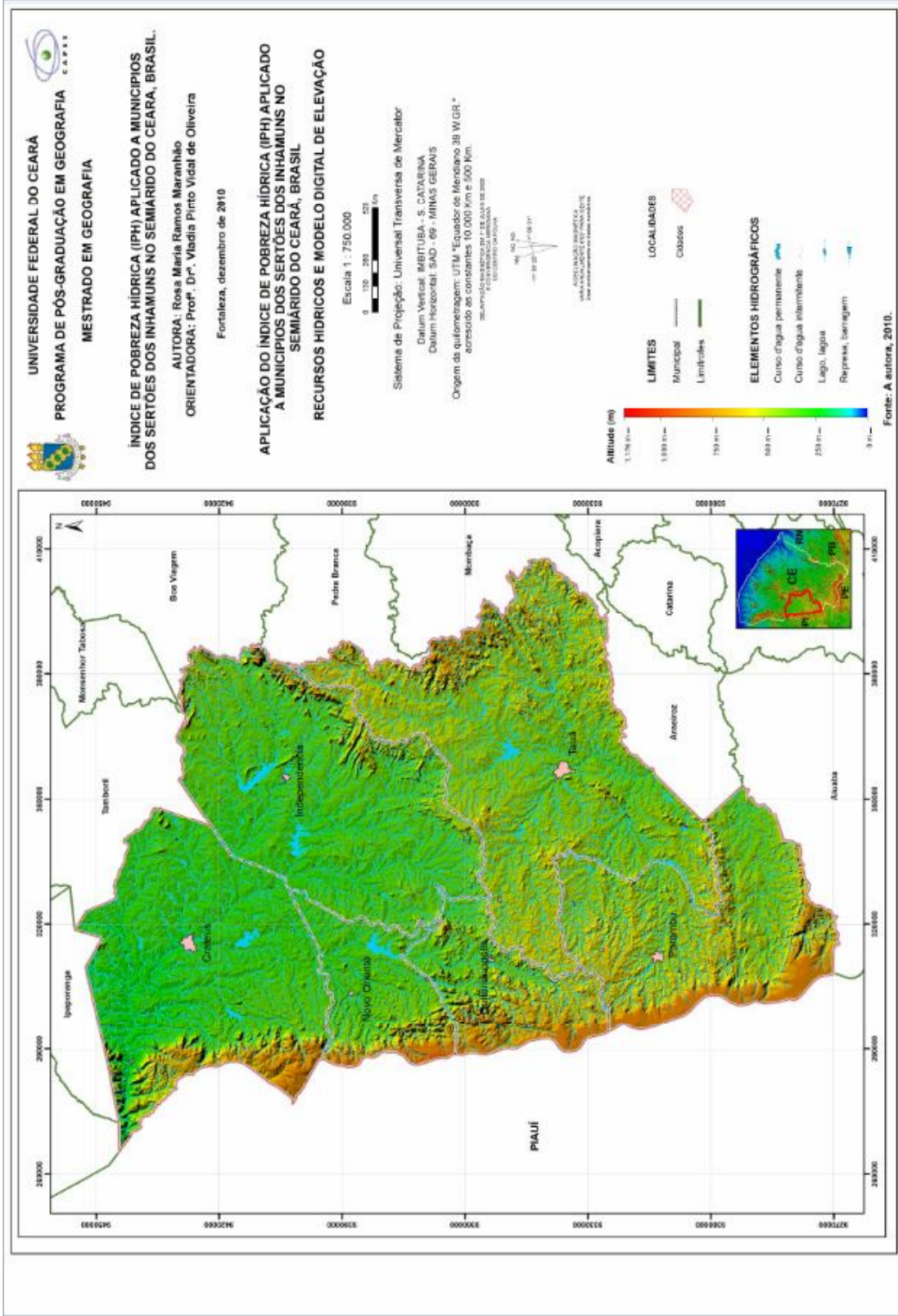
COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL – SÍNTESE DAS CATEGORIAS ESPACIAIS DE AMBIENTES NATURAIS

| Categorias Espaciais de Ambientes Naturais | | Componentes Naturais | | | | | Ecodinâmica da Paisagem | |
|--|------------------------------------|--|--|---|--|---|---|---|
| Domínios Naturais | Sistemas Ambientais (Geossistemas) | Sub-sistemas Ambientais (Geofácies) | Geologia | Geomorfologia | Hidrologia de Superfície, Clima e Média de Precipitação | Solos Predominantes | Cobertura Vegetal e Uso/ocupação | |
| Vales | Planícies Ribeirinhas | Planícies Fluviais do Alto Rio Jaguaribe e do Alto Poti | Sedimentos aluviais com areias mal selecionadas, incluindo siltes, argilas e cascalhos. | Áreas planas em faixas de aluviões recentes e baixadas inundáveis limitadas por níveis escalonados de terraços eventualmente mantidos por cascalheiros. | Escoamento intermitente sazonal em fluxo muito lento. Clima semi-árido. Com 500 a 750 mm de volume pluviométrico anual. | Neossolos Flúvicos: Planossolos Hápticos e Vertissolos. | Vegetação de várzea parcialmente degradada. Agrotativismo extrativismo mineral. | Ambiente de transição com tendência à instabilidade |
| Chapadas e Planaltos Sedimentares | Planalto Cuestiforme da Ibiapaba | Reverso Imediato e rebordo subúmido/semi-árido da Ibiapaba / Serra dos Cariris Novos | Formação Serra Grande (Siluro/Devoniano); arenitos conglomeráticos silúrios e folhelhos; estratificação cruzada. | Superfície Cuestiforme parcialmente coincidente com a estrutura subhorizontal, limitada por escarpas erosivas festonadas e dissecadas em cristas. | Escoamento superficial no reverso da cuesta com rios de padrões paralelos e escoamento intermitente; nos rebordos ocorrências de cascatas frequentes. Clima subúmido a semi-árido, com 800 a 900 mm de volume pluviométrico anual. | Latossolos Vermelhos, Amarelos e Neossolos Quartzarênicos | Mata Seca, Policultura de subsistência. | Ambiente medianamente estável |

| Domínios Naturais | Sistemas Ambientais (Geossistemas) | Sub-sistemas Ambientais (Geofácies) | Geologia | Geomorfologia | Hidrologia de Superfície, Clima e Média de Precipitação | Solos Predominantes | Cobertura Vegetal e Uso/ocupação | Ecodinâmica da Paisagem |
|----------------------|---|---|--|---|---|--|--|---|
| Sertões dos Inhamuns | Sertões Ocidentais e dos pés-de-serra do Planalto da Ibiapaba | Sertões de Crateús / Independência | Litotipos do Complexo Nordeste. | Superfície pediplanada a parcialmente dissecada em interflúvios tabulares separados por vales de fundos planos, relevos colinosos rasos em áreas mais fortemente dissecadas. | Escoamento superficial com rios de padrões dendríticos e escoamento intermitente sazonal. Clima Semiárido. 600-800 mm de volume pluviométrico | Planossolos Háplicos, Argissolos, Luvisolos Crômicos, Neossolos Litólicos, Latossolos e Neossolos Flúvicos | Caatinga arbustiva, Pecuária extensiva e Agroextrativismo | Ambiente de transição com tendência de dinâmica regressiva. |
| | Sertões dos Inhamuns | Sertões Meridionais de Tauá | Litotipos variados do embasamento Cristalino, com predominância de litotipos do Complexo Nordeste e Complexo Pedra Branca, suites magmáticas fortemente deformadas por movimentos diastílicos, pré-terços e truncados por superfícies de apraimento. | Superfície pediplanada truncando variados tipos de rochas, eventualmente dissecadas em formas de topos convexos e tabulares intercaladas por vales de fundos planos recobertos por sedimentos aluviais das planícies flúvias. | Escoamento superficial com rios dendríticos e/ou retangulares e escoamento intermitente sazonal. Clima Semiárido. Com 500-700 mm de volume pluviométrico anual. | Luvisolos Crômicos, Planossolos Háplicos, Neossolos Litólicos, Afloramentos Rochosos e Neossolos Flúvicos. | Caatinga arbustiva, Pecuária extensiva e Agroextrativismo | Ambiente medianamente transição estável com dinâmica ambiental regressiva e ocorrência de núcleos de desertificação |
| | Sertões de Parambu / Quiterianópolis / Novo Oriente | Sertões de Parambu / Quiterianópolis / Novo Oriente | Litotipos variados do Complexo Cristalino, da Formação Serra Grande e coberturas sedimentares. | Superfície pediplanada e tabuleiros interiores | Escoamento superficial com padrões variados, escoamento intermitente sazonal; Clima semiárido com volume pluviométrico de 800 mm anual. | Latossolos, Argissolos, Luvisolos e Neossolos Quartzarênicos | Agroextrativismo, caatinga arbórea, arbustiva, agropecuária. | Ambiente medianamente estável. |

| Categorias Espaciais de Ambientes Naturais | | | Componentes Naturais | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|--|--|--|
| Domínios Naturais | Sistemas Ambientais (Geossistemas) | Sub-sistemas Ambientais (Geofácies) | Geologia | Geomorfologia | Hidrologia de Superfície, Clima e Média de Precipitação | Solos Predominantes | Cobertura Vegetal e Uso/Ocupação | Ecodinâmica da Paisagem |
| Serras | Serras Secas e enclaves sub-úmidos | Baixos Níveis de maciços residuais cristalinos | Litotipos variados do Complexo Pedra Branca fortemente deformados por falhamento e dobramentos truncados por erosão | Superfícies serranas interiores com vertentes dissecas em cristas e lombadas intercaladas por vales fechados | Escoamento superficial, com rios de padrões dendrítico e sub-dendrítico com algum controle estrutural. Clima sub-úmido / semiárido, com 800 mm de volume pluviométrico anual. | Argissolos Vermelho Amarelos, Neossolos Litólicos e Chernossolos | Caatinga Arbórea com espécies de Mata Seca | Ambiente com tendência à instabilidade |
| | Cristas Residuais e Agrupamentos de Inselbergs | Cristas Residuais e Agrupamentos de Inselbergs | Litotipos variados do Complexo Cristalino, com predominância de rochas mais resistentes ao trabalho da erosão. | Feições aguçadas de relevo e morros residuais ondulados da erosão diferencial com áreas submetidas à morfogênese mecânica. | Ramificação da drenagem com padrões dendríticos e escoamento intermitente sazonal. Clima semiárido. Com 500-700 mm de volume pluviométrico anual. | Neossolos Litólicos e Afloramentos Rochosos. | Caatinga arbustiva e vegetação rupestre. | Ambientes com tendência à instabilidade. |





Sob o aspecto socioeconômico, a área em análise tem no setor agropecuário e/ou agro extrativista o suporte fundamental. Esse fato se configura através da participação das atividades do setor primário na formação da renda ou por representar a parcela mais expressiva do emprego regional.

A pecuária ou a combinação agropecuária que desempenhou papel muito destacado no povoamento e na colonização dos sertões dos Inhamuns, padecem dos baixos níveis tecnológicos que as caracterizam. Em alguns casos, a atividade pecuária tem contribuído para a expansão da degradação ambiental em função da criação extensiva.

Tradicionalmente, a depressão sertaneja tem se colocado como área do criatório extensivo por excelência que se combinava, historicamente, com a lavoura algodoeira e a agricultura de subsistência. Esse complexo representava o mais importante sistema de produção regional. Em face da extinção da atividade algodoeira pela praga do “bicudo”, esse quadro transformou-se. A existência dos relevos serranos ou das planícies fluviais justifica a ocorrência de áreas mais densamente povoadas e de vida agrária mais intensa, que é praticada nos fundos do vales e em interflúvios com solos dotados de boas condições de fertilidade. Mas a ocorrência desses espaços diferenciados não impõe mudanças agudas nos processos de utilização da terra. O que se nota, de modo indistinto, é a persistência de técnicas obsoletas e desarmônicas com as condições de recursos naturais disponíveis.

As características primitivas do seu processo produtivo são evidenciadas pelas lavouras tradicionais de subsistência (feijão, milho, mandioca) e alguns produtos de extrativismo. A parte mais significativa da produção é feita em pequenos e médios estabelecimentos com uso de um sistema tecnológico tradicional e de baixa produtividade. Tratando-se de um sistema de sequeiro, fica a agricultura fortemente dependente do regime pluviométrico e de suas irregularidades, vulnerabilizando-se às secas recorrentes e às estiagens. A esse fato alia-se o mau estado de conservação dos solos já destituídos de suas características físicas, químicas e de fertilidades originais. A lavoura de subsistência praticada através das técnicas tradicionais tem contribuído para a diminuição da fertilidade e da produtividade dos solos como os Luvisolos e

Argissolos dos interflúvios e dos Neossolos Flúricos das planícies fluviais. Desde o declínio da lavoura algodoeira, a agricultura local pouco tem contribuído para a melhoria da participação dessa atividade na composição da renda das populações rurais.

Tanto a caatinga quanto a mata seca e o “carrasco” sofreram evidentes transformações engendradas pelo processo de ocupação e pelas atividades humanas praticadas. Assim, nos seis Municípios objeto do presente estudo, fica evidente tratar-se de uma área fortemente antropizada, pelo extrativismo vegetal, pela pecuária, pela agricultura de sequeiro e pelas combinações entre elas (Figura 10).



Figura 10 – Foto Área antropizada, ao fundo a Chapada da Ibiapada e fumaça de queimadas Foto: a autora, 2009

A estrutura fundiária do semiárido nordestino registra-se excessivamente concentrada, como demonstraram dados do Projeto ARIDAS (1995) e pouco tem se modificado. A exploração da caatinga, desde períodos remotos da colonização, tem conduzido a uma expansão crescente dos quadros de degradação. As plantas lenhosas vêm sendo exploradas como fonte de extrativismo ou para finalidades diversas.

O uso e a ocupação do solo na área sofrem fortemente com a baixa capacidade de resistência frente às irregularidades climáticas do semiárido, agravadas nos períodos de seca. Assim, a distribuição demográfica, as condições da estrutura fundiária e os modos de produção, impõem sobrecargas ao meio

ambiente fragilizado e á base de recursos naturais renováveis relativamente pobres em solos e em recursos hídricos (Figuras 11 e 12).



Figura 11 – Pequeno reservatório de água em Tauá - Foto: Vlândia de Oliveira, 2009



Figura 12 – Açude em Parambu - Foto: Vlândia de Oliveira

Disso deriva a vulnerabilidade da economia rural. A identidade geográfica do espaço em apreço é mais ligada à pobreza econômica e não propriamente ao baixo potencial dos recursos naturais, particularmente edafoclimáticos. (OLIVEIRA, 2010).

Em geral, o extrativismo vegetal praticado na região tem comprometido negativamente a biodiversidade, através de extinção de muitas espécies vegetais e animais. Tem, além disso, uma participação muito significativa na estruturação da matriz energética local, a julgar pela utilização da lenha (Figura 13).



Figura 13 – Extração indiscriminadas de madeira para construção de cercas e lenha Foto Vlândia de Oliveira, 2009

O quadro a seguir (Quadro 7), que trata do extrativismo vegetal, demonstra que entre 1998 e 2008, para os seis Municípios desse estudo, é evidente o grande número de espécies da Caatinga que são utilizadas para a produção de lenha e, em menor escala da madeira em tora, a produção de carvão tem decrescido ou apresentado modificações desprezíveis tanto em Tauá e Crateús, como nos demais Municípios que têm um menor contingente demográfico.

| Município | Tipo de produto extrativo | Ano | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Crateús - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 51 | 49 | 50 | 54 | 56 | 59 | 61 | 63 | 66 | 67 | 69 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 54.100 | 53.100 | 54.000 | 57,5 | 60 | 62 | 63,9 | 65,1 | 67,7 | 68,75 | 70,03 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Independência - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 34.000 | 35.000 | 36.000 | 38.550 | 40.000 | 42.000 | 44.000 | 45.300 | 48.020 | 49.080 | 50.060 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Novo Oriente - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 12.000 | 11.600 | 12.000 | 13 | 14 | 14,7 | 15,9 | 16,3 | 17,4 | 18,09 | 19 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | 4.500 | 4.800 | 4.600 | 4.200 | 3.800 | 3.600 | 3.350 | 3.100 | 2.870 | 2.690 | 2.457 |
| Parambu - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 9 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 14 | 15 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 42.800 | 43.000 | 42.000 | 45 | 41,5 | 42 | 44,1 | 45,8 | 47,6 | 48,79 | 49,11 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Quiterianópolis - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 26.200 | 26.500 | 25.000 | 27,2 | 29,5 | 31,5 | 33,4 | 34,7 | 35,7 | 36,09 | 37 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | 7 | 8 | 7 | 6 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tauá - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 29.000 | 29.300 | 30.000 | 32,5 | 35 | 37 | 38,9 | 39,9 | 42 | 43,5 | 44 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | 750 | 725 | 700 | 650 | 590 | 545 | 505 | 465 | 430 | 395 | 360 |

Quadro 7 - Extrativismo vegetal (carvão, lenha e madeira)_{xx} - Anos 1998.a 2008 - Fonte: SIDRA IBGE, 2009

A pecuária é reconhecida historicamente como a mais tradicional atividade produtiva do semiárido nordestino e tem se expandido ao longo dos tempos. Pela análise dos dados da produção rural para os seis Municípios desse estudo, nota-se que a bovinocultura assume papel proeminente, já o gado menor, especialmente o caprinocultura, vem assumindo destacada importância e tem influencia na expansão do quadro de devastação, a expansão populacional nos sertões pressiona para a ampliação das áreas para agricultura (Quadro 8 e 9).

Não houve, historicamente na região, qualquer preocupação com as áreas de preservação permanente-matas ciliares das planícies fluviais, topos de morros dos sistemas ambientais serranos, nascentes fluviais ou escarpas de planaltos, nem com a recuperação dos mesmos. Por via de conseqüência, o ambiente é fragilizado, os recursos naturais são progressivamente degradados, instalando-se e expandindo-se os efeitos da desertificação. São evidências que se configuram, especialmente, nos sertões dos Inhamuns, com destaque para o Município de Tauá.

Os sistemas naturais apresentam-se fortemente modificados em sua estrutura, processos, funções e organização. Nesses sistemas, quando muda a intensidade ou o comportamento de um componente, todos os demais são sensibilizados. Por conseqüência, o grau de sensibilização ou os efeitos dos impactos serão intensificados quando resultar de uma intervenção humana.

O que tem se verificado na área são as influências do clima semi-árido e a ação dos processos antrópicos ganhando um maior agressividade, desestabilizando os sistemas naturais, limitando, progressivamente a capacidade produtiva dos recursos naturais e as possibilidades de restauração do meio ambiente.

Na área selecionada para a pesquisa, a sustentabilidade ambiental varia de acordo com a pressão populacional, apresentando baixa sustentabilidade quanto maior a exploração dos seus recursos naturais. As áreas mais elevadas, nas encostas e no topo da Serra Grande, apresentam sustentabilidade moderada, pois a densidade populacional é menor, os solos são preservados pela cobertura vegetal existente conferindo-lhe maior fertilidade, maior potencial hídrico, uma vez que seus recursos naturais apresentam-se relativamente preservados. A cobertura vegetal, relacionada ao uso do solo e a vulnerabilidade ambiental, são representadas pelo o

padrão fisionômico da vegetação e a cobertura vegetal, sendo as tipologias abaixo as que se apresentam na área de estudos (Figuras 11 a 17), (OLIVEIRA, 2010).

| Brasil e Município do Ceará | Ano | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| Cratêus | 25.593 | 34.235 | 34.772 | 38.997 | 40.255 | 48.872 | 28.344 | 28.013 | 28.137 | 27.601 | 28.091 | |
| Independência | 12.537 | 13.988 | 14.340 | 13.733 | 15.470 | 15.200 | 19.451 | 18.560 | 20.350 | 16.967 | 18.495 | |
| Tauá | 23.312 | 26.250 | 33.270 | 23.052 | 26.892 | 33.746 | 40.363 | 31.952 | 36.911 | 34.543 | 35.526 | |
| Novo Oriente | 27.255 | 23.270 | 24.068 | 28.860 | 24.038 | 25.265 | 16.195 | 16.070 | 16.404 | 15.754 | 16.342 | |
| Quiterianópolis | 9.203 | 11.048 | 11.065 | 9.912 | 18.882 | 12.092 | 12.170 | 11.631 | 11.552 | 12.593 | 12.793 | |
| Parambu | 23.725 | 22.225 | 27.525 | 33.304 | 37.805 | 41.942 | 34.444 | 26.015 | 29.215 | 30.607 | 30.545 | |
| Quadro 8 – Produção da Agricultura nos anos 1998 a 2008 - Variável = Área plantada (Hectares) Lavoura temporária = Total - Fonte: SIDRA IBGE, 2009 | | | | | | | | | | | | |

| | Ano | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Crateús - CE | 105.801 | 106.575 | 106.865 | 107.769 | 108.901 | 109.719 | 110.515 | 111.552 | 114.265 | 116.399 | 117.650 |
| Independência - CE | 160.100 | 161.616 | 163.984 | 166.707 | 168.771 | 171.032 | 172.624 | 173.976 | 177.025 | 179.678 | 181.130 |
| Tauá - CE | 236.100 | 238.237 | 240.125 | 240.988 | 243.796 | 246.403 | 249.408 | 251.239 | 255.222 | 257.870 | 258.317 |
| Novo Oriente - CE | 41.788 | 42.000 | 42.187 | 42.453 | 42.776 | 43.024 | 43.251 | 43.345 | 44.437 | 45.146 | 44.983 |
| Quiterianópolis - CE | 37.086 | 37.330 | 37.413 | 37.610 | 37.731 | 37.960 | 38.228 | 38.467 | 39.373 | 40.209 | 40.544 |
| Parambu - CE | 97.939 | 99.043 | 99.486 | 100.460 | 100.678 | 101.326 | 101.933 | 102.401 | 104.299 | 105.598 | 105.557 |

Quadro 9 – Produção da Pecuária nos anos 1998 a 2008. Variável = Efetivo dos rebanhos (Cabeças) - Tipo de rebanho = Bovino + Caprino + Ovíno - Fonte : SIDRA IBGE, 2009

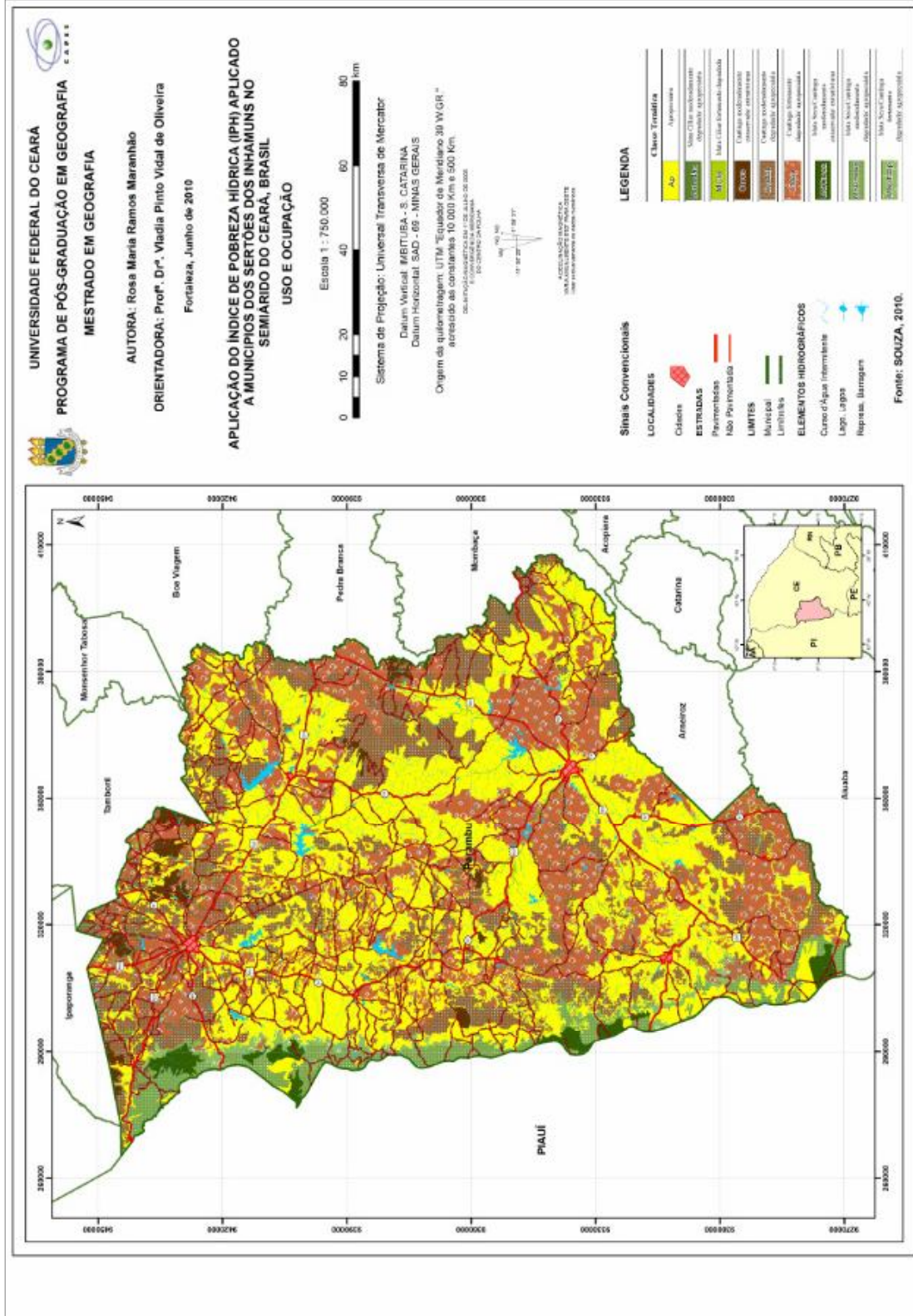




Figura 11 - Caatinga moderadamente conservada - Caatinga arbóreo-arbustiva parcialmente conservada com características naturais remanescentes do recobrimento vegetal primário e com dinâmica ambiental progressiva.



Figura 12 - Caatinga moderadamente degradada - Caatinga arbóreo-arbustiva parcialmente degradada com características do recobrimento vegetal primário transformadas e com dinâmica ambiental com tendências regressivas.



Figura 13 - Caatinga fortemente degradada – Caatinga arbóreo-arbustiva intensamente degradada submetida a processos de desertificação e com solos e biodiversidade irreversivelmente comprometidos;



Figura 14 - Mata ciliar moderadamente degradada - Mata Ciliar ribeirinha arbóreo-arbustiva parcialmente degradada com características de recobrimento vegetal primário transformado e com dinâmica ambiental com tendências regressivas.



Figura 15 - Mata Ciliar fortemente degradada – Mata Ciliar fortemente degradada com características secundárias fortemente transformadas, biodiversidade irreversivelmente comprometida e com dinâmica ambiental regressiva.



Figura 16 - Mata Seca/Caatinga – Área de tensão ecológica com remanescentes de mata seca e caatinga arbóreo-arbustiva, recobrimdo vertentes do planalto sedimentar seco e sub-úmido seco.

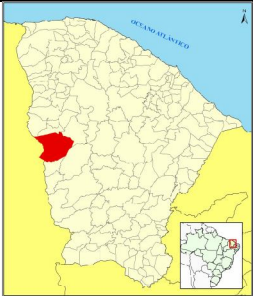
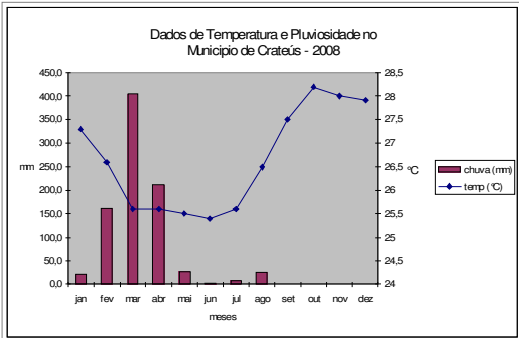
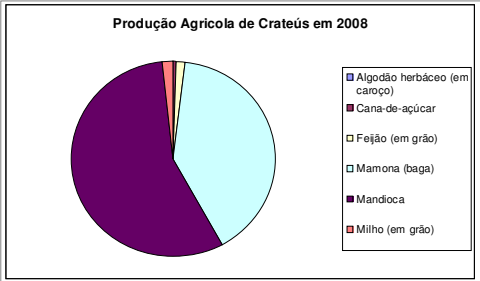
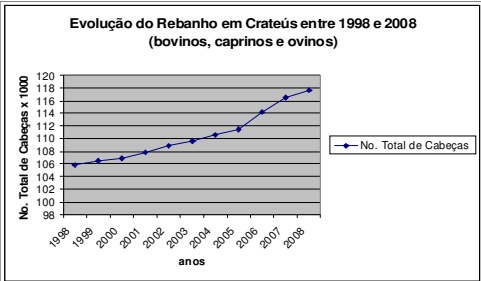


Figura 17 -Pasto e Cultivos - Cobertura vegetal associada a cultivo agrícola, combinada com lavouras de subsistência e pastagens naturais ou cultivadas em coberturas sedimentares de tabuleiros interiores.

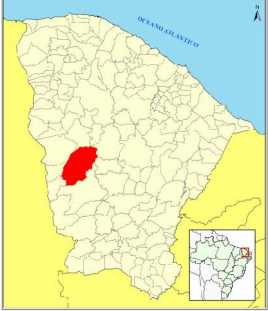
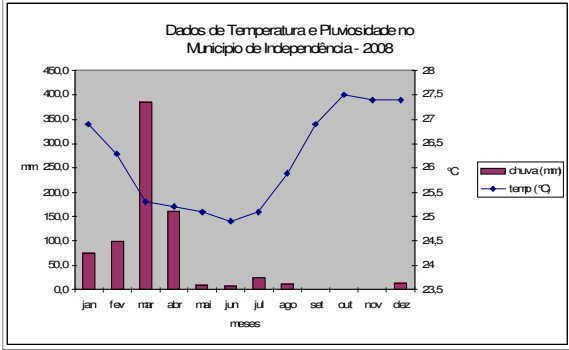
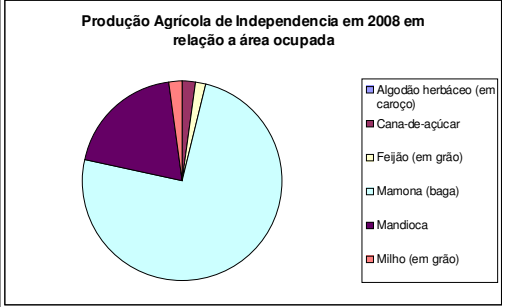

A seguir apresentamos os quadros sintéticos com informações sobre localização geográfica e as características socioambientais e biofísicas que se apresentam nos municípios da área de estudos.

A influencia do relevo no clima e na cobertura vegetal é evidente e quanto maior a altitude melhores são as condições ambientais encontradas, se observado mais detalhadamente podemos perceber nitidamente diferenças nos ecossistemas que compreendem as caatingas, que se modificam em porte e diversidade desde a Depressão Sertaneja como as bordas da Ibpaba.


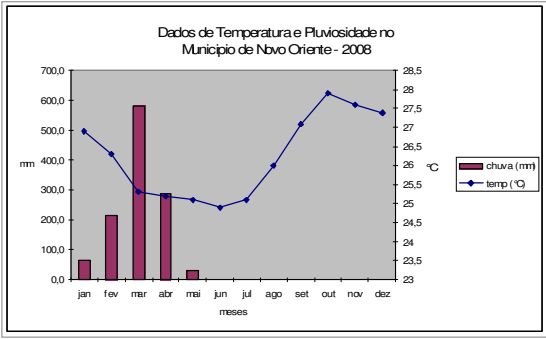
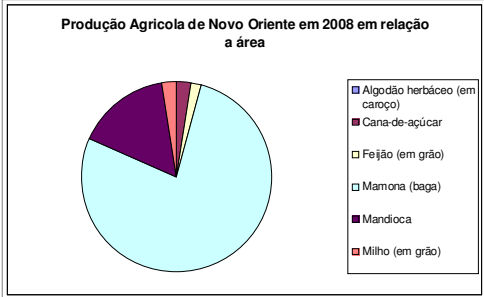
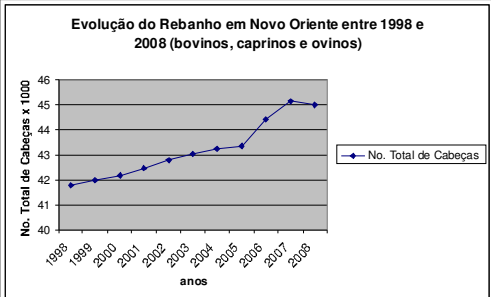
Os solos também sofrem variações de classes dependendo da sua localização, com alvéolos de solos mais ricos onde encontramos as áreas agriculturáveis. Projetos de irrigação são encontrados na área de estudos. (Quadros 11 a 16).

| CRATEÚS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------|----------------|-----|------------------|-----|---------------|------|----------|-----|-----------------|-----|---|------|-------------------------------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|
| <p>Área: 2985,41 Km²</p> <p>Localização: Lat 5° 10' 42" e Long 40° 40' 39",</p> <p>Altitude média: 274,7 m.</p> <p>População estimada (2007): 72.386 hab</p> <p>Pop urbana (2000): 47.549 hab - Pop rural (2000): 23.349 hab</p> <p>Taxa de urbanização de 67,07% - Tx Crescimento; 2%</p> <p>Densid. Demográfica: 23,75 hab/km²</p> <p>PIB (2005): R\$ 244.741.000,00 IDM = 34,20</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Relevo: A leste suaves e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja). A oeste planalto cuestiforme da Ibiapaba, com altitudes próximas dos 700 metros.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Clima: Quente semiárido brando e tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 20 °C e 35 °C (FUNCEME 2008)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos, artesanato de redes, chapéus-de-palha e bordados</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Infraestrutura Recursos Hidricos: 331 poços (270 tipo tubular profundo - 125 públicos e 145 privados e 61 tipo amazonas - 23 públicos e 38 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 4 fontes naturais (2 particulares e 2 públicas). Com relação à distribuição desses poços, verificou-se que existem. (CPRM, 2009).</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Projetos de Irrigação: Realejo e Jaburu II</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <table border="1"> <caption>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Crateús - 2008</caption> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>150</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>fev</td><td>150</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>mar</td><td>400</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>abr</td><td>200</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>mai</td><td>150</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>jun</td><td>100</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>jul</td><td>50</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>ago</td><td>100</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>set</td><td>150</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>out</td><td>200</td><td>28,5</td></tr> <tr><td>nov</td><td>250</td><td>28,5</td></tr> <tr><td>dez</td><td>300</td><td>28,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 150 | 27,5 | fev | 150 | 26,5 | mar | 400 | 25,5 | abr | 200 | 25,5 | mai | 150 | 25,5 | jun | 100 | 25,5 | jul | 50 | 25,5 | ago | 100 | 26,5 | set | 150 | 27,5 | out | 200 | 28,5 | nov | 250 | 28,5 | dez | 300 | 28,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 150 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 150 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 400 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 200 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 150 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 100 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 50 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 100 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 150 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 200 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 250 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 300 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <table border="1"> <caption>Produção Agrícola de Crateús em 2008</caption> <thead> <tr> <th>Cultura</th> <th>Quantidade (em toneladas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Algodão herbáceo (em caroço)</td><td>~10</td></tr> <tr><td>Cana-de-açúcar</td><td>~10</td></tr> <tr><td>Feijão (em grão)</td><td>~10</td></tr> <tr><td>Mamona (baga)</td><td>~10</td></tr> <tr><td>Mandioca</td><td>~10</td></tr> <tr><td>Milho (em grão)</td><td>~10</td></tr> </tbody> </table> | Cultura | Quantidade (em toneladas) | Algodão herbáceo (em caroço) | ~10 | Cana-de-açúcar | ~10 | Feijão (em grão) | ~10 | Mamona (baga) | ~10 | Mandioca | ~10 | Milho (em grão) | ~10 |  <table border="1"> <caption>Evolução do Rebanho em Crateús entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</caption> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>No. Total de Cabeças (x 1000)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>100</td></tr> <tr><td>1999</td><td>101</td></tr> <tr><td>2000</td><td>102</td></tr> <tr><td>2001</td><td>103</td></tr> <tr><td>2002</td><td>104</td></tr> <tr><td>2003</td><td>105</td></tr> <tr><td>2004</td><td>106</td></tr> <tr><td>2005</td><td>107</td></tr> <tr><td>2006</td><td>108</td></tr> <tr><td>2007</td><td>109</td></tr> <tr><td>2008</td><td>110</td></tr> </tbody> </table> | Ano | No. Total de Cabeças (x 1000) | 1998 | 100 | 1999 | 101 | 2000 | 102 | 2001 | 103 | 2002 | 104 | 2003 | 105 | 2004 | 106 | 2005 | 107 | 2006 | 108 | 2007 | 109 | 2008 | 110 | |
| Cultura | Quantidade (em toneladas) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Algodão herbáceo (em caroço) | ~10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cana-de-açúcar | ~10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Feijão (em grão) | ~10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mamona (baga) | ~10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mandioca | ~10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Milho (em grão) | ~10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ano | No. Total de Cabeças (x 1000) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 101 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 102 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 103 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 105 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 106 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 107 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 108 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 109 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

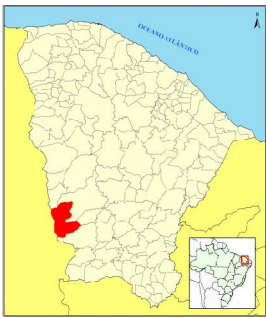
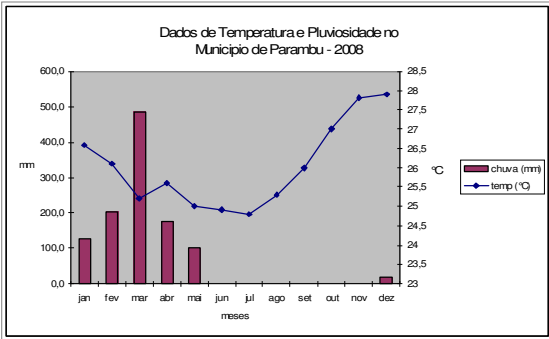
Quadro 11 – Síntese das informações do município de Crateús – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

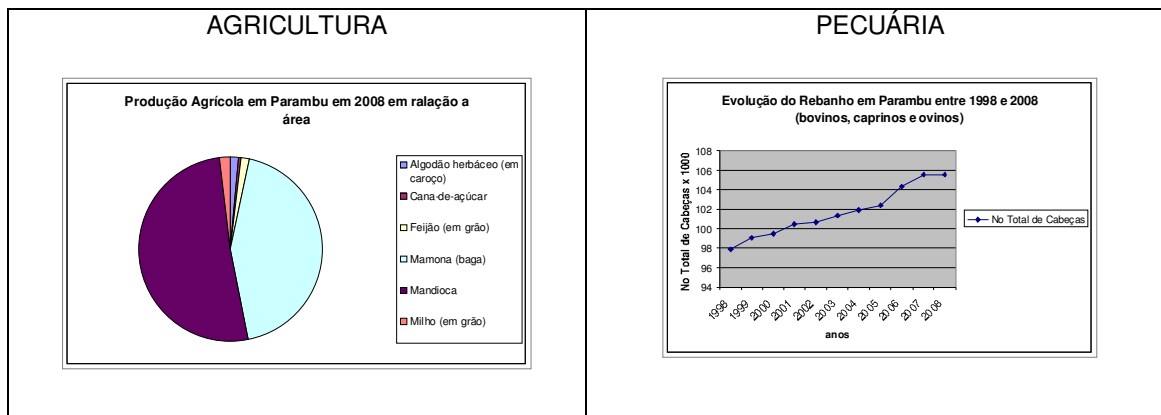
| INDEPENDÊNCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|-----------------------------|-----------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|
| Área: 3218,64 Km ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 5° 23' 47" e Long 40° 18' 31", | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 343 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 25.413 hab Pop urbana (2000): 10.265 hab - Pop rural (2000): de 14.997 hab Taxa de urbanização de 40,63 % - Tx Crescimento: 0,07 % Densid. Demográfica: 7,85 hab/km ² PIB (2005): R\$ 67.388.000,00 IDM = 22,79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: Aplainado com formas suaves e pouco dissecadas, com altitudes em torno de 300m. A leste maciços residuais com altitudes próximas a 700 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Topical semiárido brando e tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 23 °C e 33 °C (FUNCEME 2008) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta e Floreta Caducifolia Espinhosa. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 202 poços (183 tipo tubular profundo - 83 públicos e 100 privados e 19 tipo amazonas - 6 públicos e 13 particulares, (CPRM, 2009). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projetos de Irrigação: Jaburu II (juntamente com Crateús) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Independência - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>80</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>fev</td><td>100</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>mar</td><td>380</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>abr</td><td>160</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>mai</td><td>20</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>jun</td><td>10</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>jul</td><td>30</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>ago</td><td>10</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>set</td><td>10</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>out</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>nov</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>dez</td><td>20</td><td>27,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 80 | 27,0 | fev | 100 | 26,0 | mar | 380 | 25,0 | abr | 160 | 25,0 | mai | 20 | 24,5 | jun | 10 | 24,0 | jul | 30 | 25,0 | ago | 10 | 26,0 | set | 10 | 27,0 | out | 10 | 27,5 | nov | 10 | 27,5 | dez | 20 | 27,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 80 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 100 | 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 380 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 160 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 20 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 10 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 30 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 10 | 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 10 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 20 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Produção Agrícola de Independência em 2008 em relação a área ocupada</p> |  <p>Evolução do Rebanho em Independência entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anos</th> <th>No. Total de Cabeças x 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>160</td></tr> <tr><td>1999</td><td>162</td></tr> <tr><td>2000</td><td>164</td></tr> <tr><td>2001</td><td>166</td></tr> <tr><td>2002</td><td>168</td></tr> <tr><td>2003</td><td>170</td></tr> <tr><td>2004</td><td>172</td></tr> <tr><td>2005</td><td>174</td></tr> <tr><td>2006</td><td>176</td></tr> <tr><td>2007</td><td>178</td></tr> <tr><td>2008</td><td>180</td></tr> </tbody> </table> | Anos | No. Total de Cabeças x 1000 | 1998 | 160 | 1999 | 162 | 2000 | 164 | 2001 | 166 | 2002 | 168 | 2003 | 170 | 2004 | 172 | 2005 | 174 | 2006 | 176 | 2007 | 178 | 2008 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anos | No. Total de Cabeças x 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 162 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 164 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 166 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 168 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 172 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 174 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 176 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 178 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Quadro 12 – Síntese das informações do município de Independência - Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| NOVO ORIENTE | |
|---|--|
| Área: 942,21 Km ² |  |
| Localização: Lat 5° 32' 04" e Long 40° 46' 27" | |
| Altitude média: 333 m. | |
| População estimada (2007): 27.418 hab Pop urbana (2000): 12.709 hab - Pop rural (2000): 13.410 hab Taxa de urbanização de 48,66 % - Tx Crescimento: 0,4% Densid. Demográfica: 22,52 hab/km ² - PIB (2005): R\$ 63.053.000,00 IDM = 25,90 | |
| Relevo: Formas planas e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja) com altitudes em torno de 300m. A oeste planalto sedimentar da Serra Grande com altitudes próximas dos 900 metros. | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | |
| Clima: Tropical Quente semiárido, apresenta temperaturas entre 19 °C e 29 °C | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos, caprinos e aves. Extrativismo vegetal (carvão e lenha), fornece materias primas da oiticica, babaçu e carnaúba. Artesanato de redes e bordados. | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 79 poços (54 tipo tubular profundo - 42 públicos e 12 privados e 25 tipo amazonas - 7 públicos e 18 particulares), 2 fontes naturais (CPRM, 2009). | |
| Projetos de Irrigação: Realejo e Jaburu II | |
| CLIMA | |
|  | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA |
|  |  |

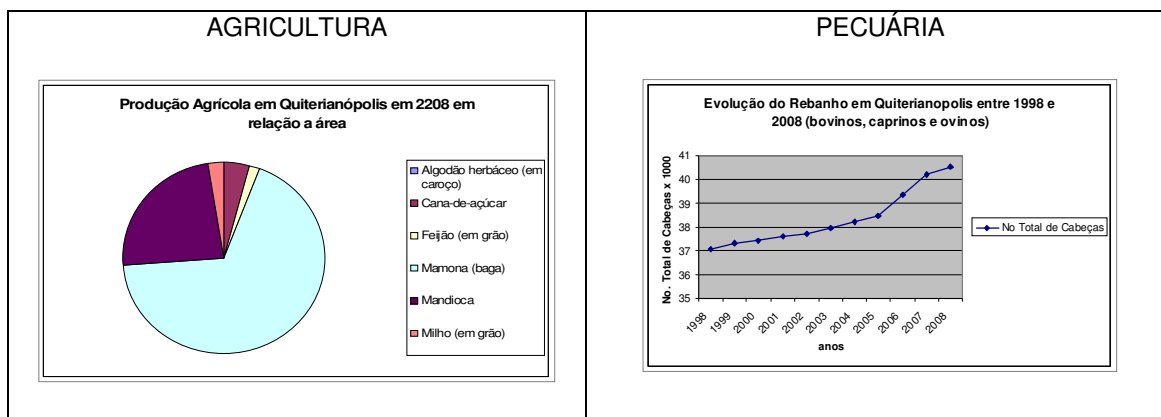
Quadro 11 – Síntese das informações do município de Novo Oriente - Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| PARAMBU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|------------|-----------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|
| Área: 2303,4 km ² |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 6° 12' 40" e Long 40° 41' 40" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 478 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 30.596 hab Pop urbana (2000): 12.550 hab - Pop rural (2000): 19.752 hab Taxa de urbanização: 38,85 % - Tx Crescimento - 0,6% Densid. Demográfica: 14,02 hab/km ² PIB (2005): R\$ R\$ 77,435.000,00 IDM = 15,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: Apresenta formas ligeiramente dissecadas e altitude torno dos 300 m. Apresenta os maciços residuais que chegam a atingir 700 metros. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 23 °C e 29 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos, artesanato de redes, chapéus-de-palha e bordados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hidricos: 144 poços (86 tipo tubular profundo - 49 públicos e 37 privados e 58 tipo amazonas - 11 públicos e 47 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 3 fontes naturais (privadas). (CPRM 2009) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Parambu - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>120</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>fev</td><td>200</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>mar</td><td>480</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>abr</td><td>180</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>mai</td><td>100</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>jun</td><td>20</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>jul</td><td>10</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>ago</td><td>20</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>set</td><td>30</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>out</td><td>40</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>nov</td><td>50</td><td>28,5</td></tr> <tr><td>dez</td><td>20</td><td>28,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 120 | 26,5 | fev | 200 | 26,0 | mar | 480 | 25,5 | abr | 180 | 25,5 | mai | 100 | 25,0 | jun | 20 | 24,5 | jul | 10 | 24,5 | ago | 20 | 25,0 | set | 30 | 26,0 | out | 40 | 27,0 | nov | 50 | 28,5 | dez | 20 | 28,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 120 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 200 | 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 480 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 180 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 100 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 20 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 10 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 20 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 30 | 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 40 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 50 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 20 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

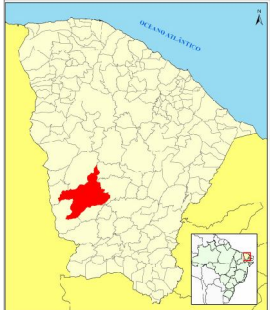


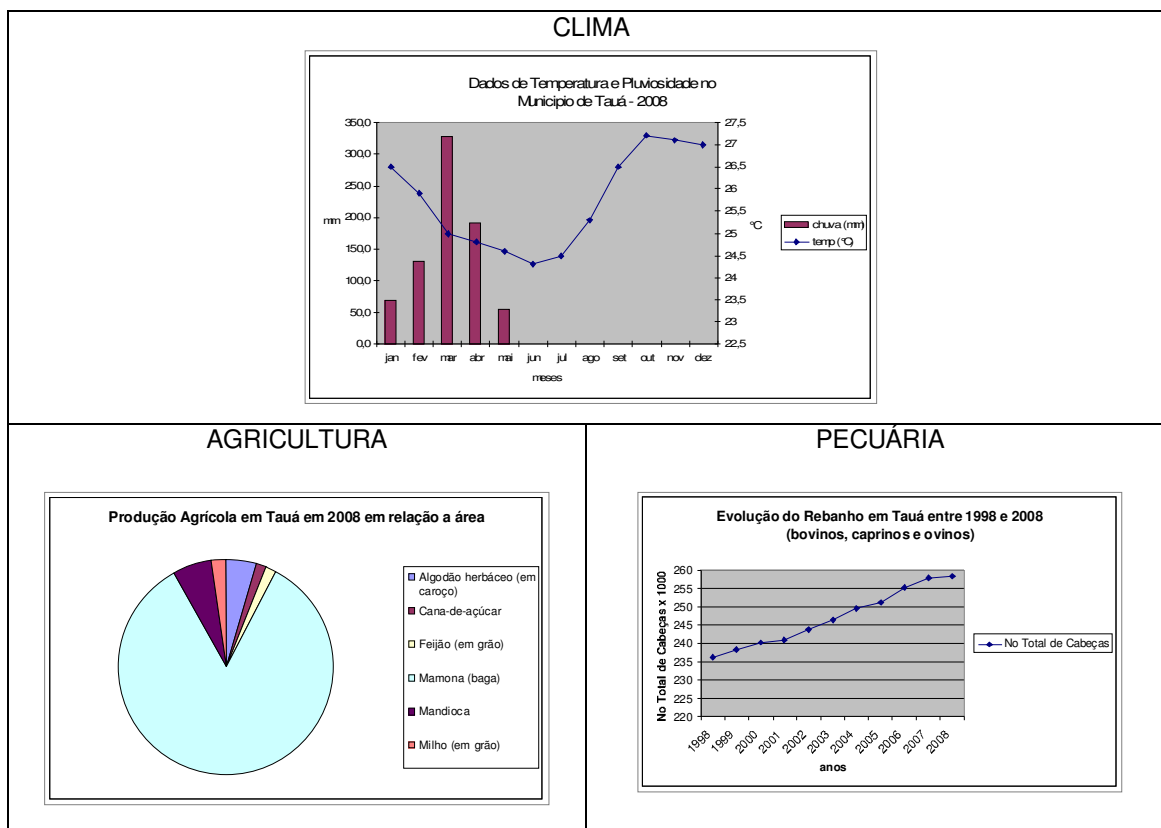
Quadro 11 – Síntese das informações do município de Parambu – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| QUITERIANÓPOLIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-----------|------------|-----------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|
| Área: 1040,96 km ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 5° 50' 35" e Long 40° 42' 03", | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 400 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 20.079 hab Pop urbana (2000): 5.068 hab - Pop rural (2000): 13.287 hab Taxa de urbanização: 27,61 %. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densid. Demográfica: 23,75 hab/km ² - Tx Crescimento: 1,6% PIB (2005): R\$ 44.688.000,00 IDM = 30,66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: A leste suaves e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 23 °C e 29 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 91 poços (35 tipo tubular profundo - 28 públicos e 7 privados e 56 tipo amazonas - 14 públicos e 42 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 3 fontes naturais particulares (CPRM, 2009). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Quiterianópolis - 2008</p> <table border="1"> <caption>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Quiterianópolis - 2008</caption> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>chuva (mm)</th> <th>temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>100,0</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>fev</td><td>150,0</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>mar</td><td>450,0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>abr</td><td>300,0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>mai</td><td>70,0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>jun</td><td>180,0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>jul</td><td>180,0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>ago</td><td>220,0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>set</td><td>280,0</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>out</td><td>350,0</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>nov</td><td>380,0</td><td>28,0</td></tr> <tr><td>dez</td><td>420,0</td><td>28,0</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | chuva (mm) | temp (°C) | jan | 100,0 | 26,0 | fev | 150,0 | 27,0 | mar | 450,0 | 24,0 | abr | 300,0 | 24,0 | mai | 70,0 | 24,0 | jun | 180,0 | 24,0 | jul | 180,0 | 24,0 | ago | 220,0 | 25,0 | set | 280,0 | 26,0 | out | 350,0 | 27,0 | nov | 380,0 | 28,0 | dez | 420,0 | 28,0 |
| Mês | chuva (mm) | temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 100,0 | 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 150,0 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 450,0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 300,0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 70,0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 180,0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 180,0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 220,0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 280,0 | 26,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 350,0 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 380,0 | 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 420,0 | 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Quadro 15 – Síntese das informações do município de Quiterianópolis – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| TAUÁ | |  |
|---|--|--|
| <p data-bbox="277 835 467 863">Área: 4.306 km²</p> <p data-bbox="277 867 789 894">Localização: Lat 6° 00' 11" e Long 40° 17' 34",</p> <p data-bbox="277 898 540 926">Altitude média: 400 m.</p> <p data-bbox="277 930 992 1073"> População estimada (2007): 54.271 hab Pop urbana (2000): 26.721 hab - Pop rural (2000): 25,227 hab Taxa de urbanização de 51.44%. - Tx Crescimento: 0,5% Densid. Demográfica: 23,75 hab/km² PIB (2005): R\$ 53.734.889,16 IDM = 34,20 </p> | | |
| <p data-bbox="277 1119 1271 1171">Relevo: A leste suaves e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja). A oeste planalto cuestiforme da Ibiapaba, com altitudes próximas dos 700 metros.</p> | | |
| <p data-bbox="277 1176 1352 1255">Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos.</p> | | |
| <p data-bbox="277 1266 1149 1293">Clima: Tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 19 °C e 33 °C</p> | | |
| <p data-bbox="277 1293 1352 1346">Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial</p> | | |
| <p data-bbox="277 1381 1409 1436">Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos.</p> | | |
| <p data-bbox="277 1440 1414 1549">Infraestrutura Recursos Hídricos: 331 poços (270 tipo tubular profundo - 125 públicos e 145 privados e 61 tipo amazonas - 23 públicos e 38 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 4 fontes naturais (2 particulares e 2 públicas). Com relação à distribuição desses poços, verificou-se que existem. (CPRM, 2009).</p> | | |
| <p data-bbox="277 1581 751 1608">Projetos de Irrigação: Realejo e Jaburu II</p> | | |



Quadro 16 – Síntese das informações do município de Tauá – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

4 . METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa descritiva, explicativa e de natureza aplicada.

A característica descritiva refere-se à parte da contextualização da problemática na referida área de estudos, que se justifica pela busca do entendimento das relações entre o bem-estar da população e a escassez dos recursos hídricos.

A classificação como pesquisa explicativa se expressa na identificação e análise dos fatores que contribuem ou determinam a pobreza do ponto de vista da disponibilidade hídrica e que podem ser representadas por meio de um índice de pobreza hídrica adequado para o semiárido cearense e que pretende apresentar a situação atual das comunidades, explicitando as relações envolvidas.

Por fim, quanto à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para apoiar a gestão, de modo que a aplicação prática dos resultados colabore para a solução de problemas específicos e envolve os

interesses de desenvolvimento das localidades através da apresentação gráfica dos resultados do cálculo do Índice de Pobreza Hídrica (IPH).

Todas as etapas da pesquisa estão apoiadas em uma vasta revisão do referencial teórico e metodológico.

Os materiais e metodologias utilizados nas etapas da pesquisa compreendem:

- Revisão bibliográfica. A revisão possibilita montar um quadro teórico que serve de base para identificar conceitos e variáveis relacionadas à pobreza e à água voltadas à realidade do semiárido cearense.
- Escolha da área a ser trabalhada e da escala espaço-temporal a ser adotada. Para a escolha da área foram considerados alguns elementos tais como a fragilidade ambiental das áreas das nascentes devido às características físico-climatológicas e as condições socioeconômicas da população.
- Trabalho de coleta de dados secundários nos órgãos de gestão de recursos hídricos (COGERH) e consultas em sítios de órgãos governamentais de pesquisa (IBGE, ANA, IPEA, IPECE, SRH, SOHIDRA, CPRM, CONAMA, COMPAN, FUNCEME, FIOCRUZ) pela Internet.
- Trabalho de campo para levantamento de dados sociais com questionário semi-aberto.
- Conferência das classes apresentadas pelo mosaico das imagens de satélite e a paisagem local para a definição das unidades geoambientais (SOUZA, 2000) para apoiar a Análise Ambiental (OLIVEIRA & SOUZA, 2005) necessárias à componente Ambiente.
- Trabalho de laboratório para comparar o trabalho de campo com os dados secundários, fazendo a checagem com as imagens de satélite sob a ótica da Análise Ambiental (OLIVEIRA & SOUZA, 2003).
- Trabalho de laboratório para análise e tratamento de imagens de sensoriamento remoto CBERS-2, fornecidas pelo site do INPE (151/106 e107-06/11/2007, 152/106 e107-15/07/2008 e 153/106 e

107-07/09/2008) e tratadas com o software Arcgis 9.3 (na FUNCEME em 2010).

- Trabalho de laboratório para análise e tratamento de dados secundários para a construção do IPH e outros gráficos com dados socioeconômico e ambientais.

A metodologia se apóia no modelo desenvolvido por Luna (2007), que trouxe uma adaptação para o semiárido brasileiro, agrupando a componente Recurso com a componente Uso, transformando-os na componente Disponibilidade para evitar os desvios dos resultados dos municípios que abrigam em seus limites territoriais os grandes açudes. Além da adaptação própria do modelo de Luna, as componentes tiveram suas variáveis adaptadas e foram normalizadas utilizando Valores de Referência (VI), para melhor representação dos resultados.

Para este trabalho, o ajuste metodológico mais importante foi aplicado na componente Ambiente pela necessidade de maior detalhamento da informação. Os ajustes se realizaram através da inserção de novas variáveis que representassem mais fielmente os cenários da área deste estudo. Essa adaptação se justifica pelas características edafoclimáticas das áreas que já apresentam processos de degradação ambiental irreversíveis, tendendo à desertificação, incluindo as áreas das nascentes dos rios Poti e Jaguaribe.

Os dados fornecidos ao modelo são: a) dados secundários coletados de fontes oficiais pela impossibilidade de compilar todas estas informações, b) dados coletados por entrevistas aplicadas referentes à componente Acesso, c) dados para a componente Ambiental que resultaram de uma ponderação de acordo com a observação de campo; as atividades de campo, que foram acompanhadas de uma planilha em forma de gabarito, que serve para valorar as variáveis que compõem a componente, utilizando os Valores de Referência (VI) normalizados conforme a adaptação proposta.

Para a construção das componentes, a escolha das variáveis deve ser feita a partir de critérios que melhor representem o problema e sempre necessitam de ajustes específicos de acordo com a escala do estudo. Pelas características da área foram considerados alguns elementos, tais como, a fragilidade ambiental das áreas, pois parte delas abriga as nascentes dos Rios Poti e Jaguaribe. Devido às

características biofísicas e climatológicas, além das condições socioeconômicas da população dos municípios.

Para normalizar as variáveis para possibilitar o cálculo e obter dos valores das componentes, aplicamos métodos estatísticos para encontrar a mediana dos dados, gerando os Valores Indicadores (V.I.) de 01 (pior) a 05 (melhor). O uso da média aritmética, por si só, não deve ser considerada por tratar-se de medidas para informações de natureza diversa e a tendência central deve ser considerada, para corrigir as distorções. Na composição das faixas, utilizaram-se a variância e desvio padrão para a delimitação dos intervalos das classes de acordo com a variabilidade e distribuição dos índices e assim gerar os Valores Indicadores (escores). (OLIVEIRA, 2009)

O modelo geoestatístico aplicado foi o adaptado para o semiárido brasileiro por Luna em 2007 e muitas alterações foram necessárias para que os resultados pudessem ser validados. Utilizaram-se os componentes do modelo de Luna, detalhando e complementando as variáveis do cálculo da componente.

Para a normalização dos indicadores sociais, utilizamos a relação entre os indicadores sociais locais e os melhores indicadores municipais do semiárido, no caso o município de Sobral no norte do estado. Para a obtenção dos valores das componentes, as variáveis foram normalizadas através da mediana dos dados, gerando os Valores Indicadores (V.I.) de 01 (pior) a 05 (melhor). O resultado indica o percentual relativo sendo considerado o valor 5 para os valores indicadores de Sobral, sendo criadas as faixas e seu respectivo escore. Este escore compõe o cálculo da componente e a seguir o cálculo do IPH. Não houve ponderação na criação das faixas, assim para todas as componentes foram estabelecidos o peso igual a 1.

O uso da média aritmética, por si só, não deve ser considerada por tratar-se de uma medida de tendência central, para corrigir as distorções utilizou-se os a variância e desvio padrão para a delimitação dos intervalos das classes (faixas) de acordo com a variabilidade e distribuição dos índices e gerar os Valores Indicadores (escores). (OLIVEIRA, 2009).

A seguir apresentamos a descrição das componentes e as sub-componentes conforme o resultado da escolha das variáveis envolvidas no cálculo do Índice.

(Sullivan (2000, 2003), Abraham (2005) e Luna (2007) e a proposta para as variáveis da componente Ambiente (SOUZA & OLIVEIRA *in*: GAISER, 2003))

Apresentamos as tabelas e quadros com as variáveis envolvidas, seus valores numéricos e as faixas referentes aos Valores de Referência para a construção da referida componente, conforme o modelo do IPH descrito no capítulo 2.

DISPONIBILIDADE - Trata da oferta dos recursos superficiais, subterrâneos e a cobertura de água encanada, subtraídas as demandas para irrigação.

| MUNICIPIO | VOLUME AÇUDES (%) | VI | | |
|-----------------|----------------------|----|----------------|----|
| Crateús | 68,85 | 4 | % | VI |
| Independência | 58,60 | 3 | Acima 81% | 5 |
| Novo Oriente | 77,90 | 4 | entre 61 a 80% | 4 |
| Parambu | 70,70 | 4 | entre 41 a 60% | 3 |
| Quiterianópolis | 96,80 | 5 | entre 21 a 40% | 2 |
| Tauá | 58,48 | 3 | abaixo de 20% | 1 |

Fonte: COGERH – 2008

| MUNICIPIO | DEMANDA IRRIGAÇÃO | VI | IRRIGAÇÃO (-) | VI |
|-----------------|-------------------|----|-----------------------------|----|
| Crateús | sim | 1 | sim | 1 |
| Independência | não | 0 | não | 0 |
| Novo Oriente | não | 0 | * valor subtraído da oferta | |
| Parambu | não | 0 | | |
| Quiterianópolis | não | 0 | | |
| Tauá | sim | 1 | | |

Fonte: CPRM – 2008

ACESSO – Refere-se a distância e tempo gasto na coleta de água, número de mulheres envolvidas na coleta de água potável, a cobertura de água encanda e a existência de conflitos pelos diversos usos da água.

| MUNICIPIO | VI | DISTANCIA DA FONTE | VI |
|-----------------|----|---|----|
| Crateús | 3 | Abastecimento domiciliar (100% potável, o ano inteiro) | 5 |
| Independência | 3 | Abastecimento domiciliar (100% potável, em mais de 6 meses no ano) | 4 |
| Novo Oriente | 3 | Menos de 500m (ou abastecimento domiciliar com água de baixa qualidade) | 3 |
| Parambu | 3 | Entre 2 km e 1 km (da fonte potável) | 2 |
| Quiterianópolis | 3 | Acima de 2 km (da fonte potável) | 1 |
| Tauá | 3 | | |

| MUNICIPIO | VI |
|-----------------|----|
| Crateús | 3 |
| Independência | 3 |
| Novo Oriente | 3 |
| Parambu | 3 |
| Quiterianópolis | 3 |
| Tauá | 3 |

| DISTANCIA DA FONTE DE ÁGUA POTÁVEL | VI |
|---|----|
| Abastecimento domiciliar pela rede publica | 5 |
| Abastecimento domiciliar com cisternas e poços | 4 |
| Abastecimento domiciliar deficiente, complementado por coleta, poços, chafarizes até 500m | 3 |
| Coleta distante entre 1,90 km e 0,5 km (da fonte potável) | 2 |
| Coleta distante mais de 2 km | 1 |

| MUNICIPIO | COBERTURA AGUA ENCANADA | | VI | | |
|-----------------|-------------------------------|---|----------------|--|----|
| | VI | | | | |
| | (%) | | | | |
| Crateús | 91,03 | 5 | % | | VI |
| Independência | 90,02 | 5 | Acima 81% | | 5 |
| Novo Oriente | 93,03 | 5 | entre 61 a 80% | | 4 |
| Parambu | 79,80 | 4 | entre 41 a 60% | | 3 |
| Quiterianópolis | 92,92 | 5 | entre 21 a 40% | | 2 |
| Tauá | 84,40 | 5 | abaixo de 20% | | 1 |

Fonte: IPECE - Perfil Básico Municipal (PBM) 2009

| MUNICIPIO | VI | EXISTENCIA DE CONFLITOS | |
|-----------------|----|-------------------------|---|
| Crateús | 0 | Sim | 1 |
| Independência | 0 | Não | 0 |
| Novo Oriente | 0 | | |
| Parambu | 0 | | |
| Quiterianópolis | 0 | | |
| Tauá | 0 | | |

| MUNICIPIO | VI | % MULHERES ENVOLVIDAS NA COLETA | |
|-----------------|----|---------------------------------|---|
| Crateús | 2 | 0% (abastecimento domiciliar) | 5 |
| Independência | 2 | De 1 a 20% de mulheres | 4 |
| Novo Oriente | 2 | Entre 21% e 40% mulheres | 3 |
| Parambu | 2 | De 41 a 80% de mulheres | 2 |
| Quiterianópolis | 2 | Acima de 80% de mulheres | 1 |
| Tauá | 2 | | |

CAPACIDADE - demonstra o desenvolvimento econômico e social das comunidades da área.

| MUNICIPIO | IDM-GLOBAL | VI | ÍNDICE | |
|-----------------|------------|----|---------------|---|
| Crateús | 34,20 | 2 | acima de 81 | 5 |
| Independência | 22,79 | 2 | entre 61 e 80 | 4 |
| Novo Oriente | 25,90 | 2 | entre 41 e 60 | 3 |
| Parambu | 15,95 | 1 | entre 21 e 40 | 2 |
| Quiterianópolis | 30,65 | 2 | abaixo de 20 | 1 |
| Tauá | 34,20 | 2 | | |

| MUNICIPIO | PIB | VI | R\$ | |
|-----------------|---------|----|--------------------|---|
| Crateús | 3330,00 | 2 | acima de R\$ 8000 | 5 |
| Independência | 2914,00 | 2 | entre 6100 e 8000 | 4 |
| Novo Oriente | 2762,00 | 2 | entre 4100 e 6000 | 3 |
| Parambu | 2408,00 | 2 | entre 2100 e 4000 | 2 |
| Quiterianópolis | 3484,00 | 2 | abaixo de R\$ 2000 | 1 |
| Tauá | 3330,00 | 2 | | |

Fonte: IPECE - Perfil Básico Municipal (PBM) 2009

| MUNICIPIO | ESCOLARIDADE | VI | | |
|-----------------|--------------|----|----------------|----|
| Crateús | 92,99 | 5 | % | VI |
| Independência | 89,75 | 5 | Acima 81% | 5 |
| Novo Oriente | 100,00 | 5 | entre 61 a 80% | 4 |
| Parambu | 83,90 | 5 | entre 41 a 60% | 3 |
| Quiterianópolis | 92,62 | 5 | entre 21 a 40% | 2 |
| Tauá | 94,53 | 5 | abaixo de 20% | 1 |

| MUNICIPIO | COBERTURA ESGOTO | VI | | |
|-----------------|---------------------|----|----------------|----|
| Crateús | 24,87 | 2 | % | VI |
| Independência | 8,12 | 1 | Acima 81% | 5 |
| Novo Oriente | 0,00 | 1 | entre 61 a 80% | 4 |
| Parambu | 0,00 | 1 | entre 41 a 60% | 3 |
| Quiterianópolis | 0,00 | 1 | entre 21 a 40% | 2 |
| Tauá | 2,98 | 1 | abaixo de 20% | 1 |

| MUNICIPIO | MORTALIDADE | VI | | |
|-----------------|-------------|----|----------------|----|
| Crateús | 22,90 | 4 | % | VI |
| Independência | 23,70 | 4 | abaixo de 20% | 5 |
| Novo Oriente | 18,70 | 5 | entre 21 a 40% | 4 |
| Parambu | 20,10 | 4 | entre 41 a 60% | 3 |
| Quiterianópolis | 27,50 | 4 | entre 61 a 80% | 2 |
| Tauá | 16,20 | 5 | Acima 81% | 1 |

Fonte: IPECE - Perfil Básico Municipal (PBM) 2009

AMBIENTE – Trata das variáveis biofísicas envolvidas nos processos de degradação ambiental.

| MUNICIPIO | DECLIVIDADE (VI) | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------|
| Crateús | 4 | DECLIVIDADE | faixa | V.I. |
| Independência | 3 | Plano | 0 – 3 ^º | 5 |
| Novo Oriente | 3 | Suave ondulado | 3 – 8 ^º | 4 |
| Parambu | 2 | Ondulado | 8 – 15 ^º | 3 |
| Quiterianópolis | 2 | Fortemente Ondulado | 15 – 45 ^º | 2 |
| Tauá | 3 | Montanhoso | > 45 ^º | 1 |

| MUNICIPIO | FISIONOMIA VEGETAL (VI) | | | |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------|
| Crateús | 3 | FISIONOMIA VEGETAL | faixa | V.I. |
| Independência | 2 | Predominância estrato arbóreo alto | > 5 m | 5 |
| Novo Oriente | 3 | Predominância estrato arbóreo | 3 – 5 m | 4 |
| Parambu | 3 | Predominância estrato arbustivo médio | 1 – 3 m | 3 |
| Quiterianópolis | 3 | Predominância estrato arbustivo baixo | 0,5 a 1m | 2 |
| Tauá | 3 | Pasto | | 1 |

| MUNICIPIO | COBERTURA VEGETAL (VI) | | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|
| Crateús | 3 | COBERTURA VEGETAL | faixa | V.I. |
| Independência | 2 | Cobertura primária/secundária | 75% | 5 |
| Novo Oriente | 3 | Cobre entre | 54 – 75 % | 4 |
| Parambu | 2 | Cobre entre | 32 - 53 % | 3 |
| Quiterianópolis | 3 | Cobre entre | 15 – 45 % | 2 |
| Tauá | 2 | Cobre entre | < 10 % | 1 |

| MUNICIPIO | ERODIBILIDADE (VI) | | | |
|-----------------|--------------------|------------------------|--------------|-------------|
| Crateús | 4 | ERODIBILIDADE | faixa | V.I. |
| Independência | 3 | Baixa susceptibilidade | | 5 |
| Novo Oriente | 4 | Erosão laminar ligeira | 3 – 8 % | 4 |
| Parambu | 4 | Erosão com sulcos | 8 – 15 % | 3 |
| Quiterianópolis | 4 | Erosão com ravinas | 15 – 45 % | 2 |
| Tauá | 2 | Ravinas e Voçorocas | < 10 % | 1 |

| MUNICIPIO | PROFUNDIDADE DO SOLO (VI) | | |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| Crateús | 3 | PROFUNDIDADE DO SOLO | V.I. |
| Independência | 2 | > 100 cm | 5 |
| Novo Oriente | 3 | Entre 100 cm e 50 cm | 4 |
| Parambu | 3 | Entre 50 cm e 30 cm | 3 |
| Quiterianópolis | 3 | Entre 30 cm e 10 cm | 2 |
| Tauá | 2 | < 10 cm | 1 |

5. CÁLCULO DO ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH) PARA MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO DO CEARÁ, BRASIL

Conforme descrito na metodologia, foram tratados dados de natureza diversa e para que as informações selecionadas pudessem participar da composição do Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foram normalizados pela mediana e os quartis para a construção dos intervalos que compõe os Valores Indicadores (VI).

Apresentamos abaixo as tabelas e quadros de cada componente que participa do cálculo do IPH, demonstrando quais as variáveis envolvidas, seus valores numéricos e os intervalos referentes aos Valores de Referência, este é o

valor que é computado para a construção da referida componente e por fim do próprio IPH, conforme o modelo descrito no capítulo 3.

DISPONIBILIDADE - Trata da oferta dos recursos superficiais, subterrâneos e a cobertura de água encanada, subtraídas as demandas para irrigação.

RESULTADO DA COMPONENTE DISPONIBILIDADE

| MUNICIPIO | OFERTA SUPERFICIAL | OFERTA SUBTERRANEA | COBERTURA AGUA ENCANADA | DEMANDA IRRIGAÇÃO | INDICADOR |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|-----------|
| Crateús | 4 | 2 | 5 | 1 | 3,3 |
| Independência | 3 | 2 | 5 | 0 | 3,3 |
| Novo Oriente | 4 | 2 | 5 | 0 | 3,7 |
| Parambu | 4 | 2 | 4 | 0 | 3,3 |
| Quiterianópolis | 5 | 2 | 5 | 0 | 4,0 |
| Tauá | 3 | 2 | 5 | 1 | 3,0 |

A componente Disponibilidade tem grandes flutuações sazonais e implicam em resultados pouco claros uma vez que outros componentes não apresentam a mesma dinâmica. Os meses de chuva elevam os níveis dos reservatórios aumentando o volume de água, mas devemos lembrar que nas enchentes muitos ao carreados para os reservatórios, a falta de infraestrutura de saneamento piora a situação da qualidade da água. A abundância do recurso não garante a qualidade e a disponibilidade, o acesso e a capacidade econômica. Os indicadores sociais são calculados sobre informações que podem ser atualizadas até de década em década, deste modo devemos compreender a composição do modelo para fazer as correções e ajustes.

ACESSO – Refere-se a distância e tempo gasto na coleta de água, número de mulheres envolvidas na coleta de água potável, a cobertura de água encanada e a existência de conflitos pelos diversos usos da água. Dados coletados na viagem de campo com questionários e entrevistas semi-abertas.

RESULTADO DA COMPONENTE ACESSO

| Município | Distancia da coleta | Cobertura água encanada | % Mulheres envolvidas na coleta | Conflitos (1=sim, 0=não) | Indicador |
|-----------------|---------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------|
| Crateús | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Independência | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Novo Oriente | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Parambu | 3 | 4 | 2 | 0 | 3,00 |
| Quiterianópolis | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Tauá | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |

CAPACIDADE - demonstra o desenvolvimento econômico e social das comunidades da área.

RESULTADO DA COMPONENTE CAPACIDADE

| MUNICIPIO | IDM- GLOBAL | PIB | TAXA ESCOLARIDADE ENSINO FUNDAMENTAL | MORTALIDADE INFANTIL | COBERTURA SANITÁRIA (ESGOTO) | INDICADOR CAPACIDADE |
|-----------------|----------------|-----|---|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Crateús | 2 | 2 | 5 | 4 | 2 | 3,0 |
| Independência | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2,8 |
| Novo Oriente | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 3,0 |
| Parambu | 1 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2,6 |
| Quiterianópolis | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2,8 |
| Tauá | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 3,0 |

É visível que a prosperidade no sertão está baseada em relações de apoio as pessoas mais carentes, com grande relevância os projetos de subsidio para a composição da renda familiar, implantados pelo Governo Federal. As relações entre a agricultura, os solos e lavouras, hoje tomam outros matizes e a renda municipal se eleva, aquecendo o comercio local e melhorando a qualidade de vida no semiárido.

AMBIENTE – Trata das variáveis biofísicas envolvidas nos processos de degradação ambiental. Dados coletados em campo, analisados junto a imagens de sensoriamento remoto, em campo para ajustar a localização e as classes para posterior ajustes das informações.

RESULTADO DA COMPONENTE AMBIENTE

| MUNICIPIO | DECLIVIDADE DO TERRENO | PADRÃO FISIONOMICO DA VEGETAÇÃO | COBERTURA VEGETAL (primária/secundária) | PROFUNDIDADE DO SOLO | ERODIBILIDADE | INDICADOR |
|-----------------|------------------------|---------------------------------|---|----------------------|---------------|-----------|
| Crateús | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,3 |
| Independência | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,3 |
| Novo Oriente | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,0 |
| Parambu | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2,5 |
| Quiterianópolis | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2,8 |
| Tauá | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,5 |

As questões relacionadas ao uso da terra apresenta os ponto críticos na manutenção dos ecossistemas e das comunidades. Além das dificuldades relacionadas ao meio físico e as características climáticas, a falta de políticas publicas eficientes agravam os indicadores da economia do semiárido, colaborando para a manutenção da pobreza, que muitas vezes é, equivocadamente, relacionada diretamente às questões hídricas.

Os resultados apresentados pela pesquisa indicam que a Pobreza Hídrica está claramente associada às questões ambientais, indo além da deficiência na disponibilidade e no acesso, com reflexo direto na capacidade econômica das comunidades do semiárido .

RESULTADO DO INDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH)

| MUNICIPIO | DISPONIBILIDADE | ACESSO | CAPACIDADE | AMBIENTE | IPH |
|-----------------|-----------------|--------|------------|----------|------|
| Crateús | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 3,3 | 3,23 |
| Independência | 3,3 | 3,3 | 2,8 | 2,3 | 2,93 |
| Novo Oriente | 3,7 | 3,3 | 3,0 | 3,0 | 3,24 |
| Parambu | 3,3 | 3,0 | 2,6 | 2,5 | 2,86 |
| Quiterianópolis | 4,0 | 3,3 | 2,8 | 2,8 | 3,23 |
| Tauá | 3,0 | 3,3 | 3,0 | 2,5 | 2,95 |

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) se apresenta como um instrumento de apoio às ações para a gestão integrada dos recursos hídricos nas áreas áridas e semiáridas. Utilizado em vários países da África e da América do Sul, pode ser utilizado como um Indicador auxiliar para o controle da desertificação. Para a aplicação a nível local, sua metodologia necessita de ajustes em suas componentes, como a mudanças de algumas variáveis para representar, com mais

proximidade, a realidade. Apenas a ponderação das variáveis não se mostra suficiente para este ajuste. Para este trabalho foram necessários ajustes metodológicos para aproximar os resultados da realidade local.

A utilização de indicadores como instrumentos de avaliação do desempenho em determinado tema deve ser cuidadosamente aplicados, pois algumas vezes não devem ser utilizados com exclusividade pelas distorções que os modelos podem apresentar, dependendo das características e peculiaridades locais. Nesse estudo ficou evidente que pequenas oscilações nas variáveis podem mascarar os resultados, sendo impossível se considerar apenas este indicador para uma eficaz gestão dos recursos hídricos no semiárido cearense.

Especificamente para a área de estudos foi imprescindível que as variáveis ambientais fossem tratadas de maneira detalhada haja vista a importância dos recursos naturais para a manutenção da produtividade das terras e a manutenção do homem no campo. Os resultados apontam que a pobreza nestes municípios está associada mais às questões ambientais, a concentração de renda e as dificuldades estruturais para a implantação de uma cadeia produtiva sustentável e não somente pelas questões referentes a disponibilidade hídrica e o acesso às fontes.

Outra observação diz respeito aos fatores climáticos que não são tratados pelo método original. Deste modo, podemos ter um desvio da realidade sobre a situação do volume de água disponível pela sazonalidade pluviométrica característica do semiárido cearense, uma vez que não considera o Balanço Hídrico, que se apresenta deficitário na maior parte do ano, com o volume evaporado superior ao volume das precipitações. Deste modo, apesar dos açudes e poços apresentarem uma considerável capacidade em volume de água disponível, não podemos afirmar que haja abundância na oferta, pelo déficit hídrico, presente na maior parte do ano. As políticas do Governo do Estado relacionadas ao aumento da cobertura do serviço de água encanada também veio modificar a componente Acesso, pois a coleta em fontes, poços, chafarizes, além da construção de cisternas são instrumentos para diminuir a dificuldade de acesso ao recurso, uma vez que não é garantida a potabilidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

Deste modo podemos afirmar que o modelo aqui utilizado, mesmo com os ajustes propostos não reflete com segurança a relação entre as questões referentes a oferta hídrica e a pobreza das comunidades locais, uma vez que distorções se evidenciam pela dinâmica climática do semiárido cearense, que altera o resultado da componente Disponibilidade relacionada à oferta hídrica,. A sazonalidade pluviométrica provoca diferenças na oferta, em períodos distintos em um mesmo ano, pois o volume estocado diminui a Pobreza Hídrica quando a oferta hídrica é maior. Em anos distintos, se houver diferenças consideráveis na pluviosidade, os

dados também se modificam o índice, sem necessariamente influenciar no resultado da componente Capacidade, que trata dos indicadores socioeconômicos. O componente Acesso também pode apresentar números mais favoráveis pela abrangência da cobertura de água encanada, sendo que a qualidade do recurso não é garantida.

Outra questão importante é que os dados socioeconômicos não são atualizados rapidamente como os indicadores de oferta hídrica, mantendo a componente Capacidade com valores idênticos nos mesmos períodos onde a oferta hídrica sofre variações. Sendo necessário que na normalização dos dados, as datas de referência sejam adequadas.

A pesquisa revelou que os modelos geoestatísticos não podem ser aplicados indistintamente em vários locais e em épocas diferentes sem que a metodologia seja devidamente ajustada e homologada. E que seus resultados precisam ser validados a partir de uma análise integrada que possa demonstrar os desvios que possam ocorrer na sua aplicação.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM E.M, BEEKMAN G. B. (editores) – **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**.E. Martin Fierro. Mendoza. Argentina 2006.

ABRAHAM E.M, TORRES, L.M. **Estado del Arte en el Uso de Indicadores y Puntos de Referencia en la Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en América Latina y el Caribe**. Revista INTERCIENCIA, Vol 32, pag. 827-833. Caracas, Venezuela. 2007.

Banco Mundial. **Banco Mundial e os Recursos Hídricos**. Brasil. 1999.

BNB e FUND JOAQUIM NABUCO, **Série Estudos Sobre a Seca, vols 1 a 5**. Recife, PE (2002).

CARNEIRO, A.P., SILVA, H. P da, ABRAHAM, H., SUBIRANA, TOMASONI, M., **Uso da água nas terras secas da Iberoamérica: indicadores de eficiência hidro-ambiental e sócio-econômica**. Revista Ecossistemas, Vol 17. Espanha. 2008.

CHACON (2008) **O sertanejo e o caminho das águas** – BNB – Fortaleza, 2008.

CLARKE, R e KING, J. **O Atlas da água**. Publifolha. São Paulo, 2005.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Boletim da Rede Monitoramento da Qualidade da Água - Ceará 2008**, in: <http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/monitoramento-quantitativo-e-qualitativo-dos-recursos-hidricos/boletins-qualitativos/boletins/acudes/> acesso em: 20/12/2009.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Nível dos Açudes**, in: http://portal.cogerh.com.br/?cod_bacia=1&bacia=Bacia%20do%20Alto%20Jaguaribe&dadosboletimunico_template%3Amethod=Pesquisar? acesso em 28/12/2009.

IBGE – **Indicadores Socioeconômicos e Estimativa Populacional 2008** in: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/POP2008_DOU.pdf acesso em 30/01/2009.

IBGE – **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA** in: <http://www.sidra.ibge.gov.br/> acesso em 28/07/2009.

FUNCEME. **Dados de Temperatura e Pluviosidade**. 2009. in: www.funceme.br, acesso em 25/07/2009.

IPECE – **Perfil Básico Municipal 2008**, in: www.ipece.ce.gov.br/pbm/ acesso em 20/07/2009

GOMES, G. M., SOUZA, H.R., MAGALHÃES, A.R. (orgs) **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste** – IPEA, Brasília. 1995.

HOLANDA, F.J.M. **Erosão Dos Solos , Praticas Conservacionais** , SEBRAE/CE 1999.

IICA, **Projeto Áridas**, 1995 in: http://www.iica.org.br/Docs/DESERT/aridas_final.pdf acesso em 30/05/2009

LUNA, R. M. **Desenvolvimento do Índice de Pobreza Hídrica para o Semi-Árido Brasileiro**. Tese de doutorado. UFC. Ceará, 2007.

MMA - Ministerio do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos **SRH. PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – Documento de Introdução**. Brasília, 2004.

MMA - Ministerio do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos **ATLAS das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil**. Brasília, 2007.

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-Verlag. 2003.

OLIVEIRA, V.P. V de **Prospección, Caracterización y Cartografía Edafopaisajística en una Región Montañosa del “Sertão” o Semiárido Brasileño: La Sierra de Uruburetama (Ceará-Brasil)**. Universidad de Almería. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Tese Doctoral. Almería, 2002.

RIBEIRO, J.W. **Geografia Política da Água**. Ed Ana Blume. São Paulo, 2008.

SILVA, R.M.A. da (2008) **Entre o combate a seca e a convivência com o semi-árido** – BNB – Fortaleza, 2008

SOUZA, M. J. N de, **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará**. Revista de Geologia, UFC, Ceará, 1988.

SOUZA, M. J. N de, **Bases Naturais e Esboço do Zonamento Geoambiental do Estado do Ceará**. in LIMA, L.C., MORAIS, J.O. de, SOUZA, M. J. N de. **Compartimentação e Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Ed. Funece. Fortaleza CE, 2000.

SOUZA, M. J. N. de (relator), **Panorama da Desertificação No Ceará. Grupo Permanente de Combate à Desertificação**, GPCD, CE. 2005.

SOUZA, M. J. N. de, **Contexto Geoambiental do Semi-árido do Ceará: Problemas e Perspectivas**. in: SOBRINHO, J. F., FALCÃO, C. L. da C. (org). **Semi-árido : diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral, Ce : Sobral, 2006. pag.14-33.

SOUZA, M.J.N y OLIVEIRA, V. P.V de. **Semi-árido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca in: Desastres Naturales em América Latina**. Fondo de Cultura Económica. México. 2002. pag.207-221

SRH – **Atlas On Line SRH 2009**, in: <http://atlas.srh.ce.gov.br/> , acesso em 20/07/2009.

SULLIVAN, C. **The Water Poverty Index: A tool for monitoring and prioritisation in the water sector**, CEH Wallingford , Oxford, England. 2003 in: <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/wpi/> - acesso em 16/11/2008.

SULLIVAN, C. **Method to develop and describe community level Water Poverty Index scores**, CEH Wallingford, Oxford, England, 2005. in: <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/wpi/> - acesso em 20/11/2008.

SULLIVAN, C. MEIGH, J. LAWRENCE, P. **Application of the Water Poverty Index at Different Scales: A Cautionary Tale, Agriculture Ecosystems and the Environment**, CEH Wallingford, Oxford, England. 2005.

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

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. 2^a. Ed. RiMa Editora, São Carlos, SP. 2005.

WALLACE, J. S., ACREMAN, M. C. e SULLIVAN, C. A. **The sharing of water between society and ecosystems: from conflict to catchment-based co-management**. The Royal Society, London, England. 2003.

1. INTRODUÇÃO

A água tem se destacado como bem precioso e estratégico e várias ações e programas de gestão participativa são propostos visando o gerenciamento racional dos recursos naturais. Em virtude da importância da água para a manutenção dos ecossistemas, muitas propostas atualmente buscam integrar as complexas relações envolvidas na sua gestão, desde as questões de ordem natural (como as de ordem econômica e social) (SULLIVAN, 2003). Deste modo, a necessidade de um manejo eficiente é diretamente proporcional à pressão exercida na natureza pelo aumento populacional, aparente no crescimento das cidades nas áreas áridas e semiáridas.

A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição.

A relevância deste estudo está na aplicação de um modelo geoestatístico que pretende, com seus resultados, apoiar a gestão dos recursos hídricos no sertão cearense.

A necessidade de uma gestão integrada e participativa tem imposto urgência da construção de instrumental analítico multivariado para conseguir uma visão integrada da diversidade de elementos envolvidos nesse processo. As informações tratadas devem oferecer elementos para ações atuais e futuras, garantindo o estoque e o acesso e promovendo, dessa maneira, melhores condições de vida no semiárido.

As pesquisas lançam mão de novas tecnologias e vasta revisão teórica para tratar as informações de forma integrada e considerando, ao mesmo tempo, as particularidades de cada local, de modo a serem capazes de apoiar os gestores no manejo adequado dos recursos naturais.

No semiárido cearense é evidente que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos se mostram insuficiente e em algumas localidades as fontes de água apresentam elevados índices de poluição. Essa deficiência hídrica torna-se

impedimento para o desenvolvimento humano e das atividades produtivas do meio rural de forma sustentável. Uma malha hidrológica difusa sobre o embasamento cristalino, que lhe confere a tipologia dendrítica, associada às temperaturas elevadas e às precipitações irregulares no espaço e no tempo, provocam um balanço hídrico negativo com déficit hídrico na maior parte do ano, fazendo com que os riachos tenham um escoamento sazonal e intermitente, tornando a gestão dos recursos hídricos um importante instrumento de desenvolvimento social e econômico.

O interesse em aplicar um instrumento de apoio na gestão dos recursos hídricos no semiárido cearense deve-se ao fato de tratar-se de uma região que apresenta grandes desníveis sociais e econômicos, com a predominância das atividades agropecuárias e extrativistas como forma de sobrevivência no campo, que provocam graves problemas ambientais visíveis nas grandes áreas fortemente degradadas da paisagem dos sertões cearenses, onde não encontramos mais nenhuma porção de vegetação intocada. Nas regiões semiáridas, as questões socioeconômicas e ambientais chamam atenção pelo grande contingente humano que habita essas áreas, impondo urgência nas ações que proporcionem sustentabilidade aos ecossistemas e qualidade de vida à população local.

É pela exploração da caatinga que o sertanejo consegue a madeira para prover a energia para seu sustento. Essa madeira também é vendida para queimar em fornalhas industriais ou em carvoarias, além da parte retirada pelo desmatamento para o aumento dos pastos e roças. A retirada da cobertura vegetal e a utilização inadequada dos recursos hídricos agravam a degradação das terras e impactam na produtividade causando efeitos negativos na economia, evidentes nas condições de pobreza das comunidades sertanejas. A dificuldade na implementação de técnicas e na modernização dos equipamentos se justifica pelos altos custos, reforçada pela falta de políticas públicas e de um planejamento que considere as peculiaridades socioeconômicas e ambientais locais e que desenvolva, na população, as noções de sustentabilidade na produção, uma vez que está associado ao mau uso com a perda da produtividade em grandes áreas. O modo produtivo rudimentar, baseado nas atividades extrativistas e em técnicas primitivas de cultivo das roças têm tido um impacto negativo sobre a fauna e a flora do semiárido desde a entrada dos rebanhos de gado na colonização dos sertões (SOUZA, 2006).

Esses problemas estruturais não podem ser tratados fora das ações políticas que propiciem a inserção da população nos processos produtivos sustentáveis com a melhoria das práticas no uso e manejo, já que não basta a modernização das técnicas e o uso de novas tecnologias, sendo necessárias ações que transformem as atitudes do homem em relação aos recursos naturais, mantendo a integridade e funcionalidade dos ecossistemas.

A pressão humana sobre a natureza acontece de forma idêntica em outras regiões pobres do mundo. A exploração dos recursos naturais é a única possibilidade para manutenção das comunidades e é o mais importante dos fatores condicionantes da degradação ambiental nas áreas semiáridas.

A dinâmica climática dos sertões está sujeita à sazonalidade pluviométrica e aos eventos de secas. Essas características tornam os sertões ambientes altamente instáveis, com vastas áreas submetidas a fortes processos de degradação ambiental, que tendem à desertificação (SOUZA, 2006). As comunidades humanas, a fauna, a flora e o ambiente físico são elementos de um sistema complexo e necessitam de uma eficiente gestão de seus recursos, principalmente das águas, para que a vida silvestre e os solos sejam preservados e o desenvolvimento local seja atingido de forma sustentável e duradoura.

Por todos esses motivos, percebe-se a importância de uma gestão dos recursos hídricos apoiada em análises científicas, que sirvam para representar problemas do cotidiano através de modelos que produzam cenários que representam a realidade. Mais importante do que qualquer resultado matemático ou cenário construído, é a participação dos cidadãos nas decisões e com critérios claros e discutidos, para se chegar ao consenso nas formas de utilização, captação, armazenamento e distribuição dentro dos modelos de gestão participativa, tratando a questão dos recursos hídricos como fator preponderante para a manutenção da produtividade dessas áreas.

Os diversos usos da água, a qualidade e a disponibilidade são problemas que interferem diretamente na qualidade de vida das comunidades da região e são causa de conflitos diversos que dificultam a gestão dos recursos hídricos (SULLIVAN, 2003, ABRAHAM, 2006).

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foi desenvolvido no Reino Unido pelo grupo de pesquisadores interdisciplinar e interdepartamental do Oxford Centre for Water Research (OCWR), que envolve o tratamento de variáveis quantitativas e

qualitativas para composição de um indicador que deve representar as relações entre a pobreza e a água nas comunidades das terras áridas e semiáridas. Pretende ser uma ferramenta holística para gestão dos recursos hídricos, relacionando os impactos entre a disponibilidade da água e seus efeitos sobre o desenvolvimento econômico das comunidades.

O objetivo principal é aplicar uma nova metodologia para o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) para o Semiárido Brasileiro, adaptada por Luna (2007), em seis municípios cearenses e propor uma inovação metodológica realizando ajustes nas variáveis (sub-componentes) que serão tratadas para gerar as componentes. A ênfase na componente ambiental se justifica pelas condições biofísicas dos ecossistemas e as condições socioeconômicas das comunidades locais. Nesse estudo, foi necessário um ajuste na normalização dos dados, tomando como princípio a mediana dos valores para a obtenção de um valor que deve variar entre 1 e 5.

As adaptações e ajustes metodológicos nos modelos estatísticos são, muitas vezes, imprescindíveis para que os resultados encontrados representem a realidade de cada localidade de estudo, uma vez que as peculiaridades socioeconômicas e ambientais devem ser consideradas. Ao conhecer as relações entre a população e os recursos naturais é possível trabalhar as comunidades no sentido de sensibilizá-las em prol de um futuro com condições de prover o desenvolvimento econômico e social. Políticas públicas participativas são um meio de assegurar a manutenção dos ecossistemas pelas medidas com ações de impacto de longo prazo, que podem ser implantadas respeitando as questões culturais.

Em virtude da natureza diversa dos dados não é possível calcular um indicador sem os ajustes de escala necessários. Além da diversidade, as datas apresentadas se atualizam em épocas diferentes, e são calculadas por parâmetros mais gerais. A atualização da base de dados pela realização do censo serve de parâmetro para a verificação das metas e para contrapor os resultados apresentados pelo estudo a nível nacional.

Para apresentar um modelo mais próximo da realidade, a escolha das variáveis considerou as que melhor representam as relações entre a pobreza e os recursos hídricos, permitindo avaliar a influência e seus efeitos sobre as comunidades.

Como objetivo geral, pretendemos:

- Calcular o IPH para seis municípios do semiárido cearense.

Como objetivos específicos, pretendemos:

- Analisar a eficiência do modelo aplicado ao nível de localidades, ou seja, verificar se o modelo dá condições para a construção de cenários condizentes ou próximos a realidade,
- Criar uma base cartográfica com as Unidades Ambientais, Relevo e Drenagem, Uso e Mosaico das Imagens CBRES.

Justifica-se a aplicação do Índice de Pobreza Hídrica em 6 municípios dos sertões de Crateús e dos Inhamuns, a oeste do estado, são eles: Crateús, Independência, Novo Oriente, Parambu, Quitériaópolis e Tauá, tanto pela urgência de soluções para problemas relativos à pobreza quanto pelas questões que envolvem a degradação ambiental nas áreas.

Essa área está inserida no Projeto Mata Branca no estado do Ceará e esse projeto é apoiado pelo Banco Mundial e tem como objetivo mapear os usos e as áreas de importância ecológica, além de ações sociais visando o desenvolvimento sustentável em áreas de caatinga. Compreende duas áreas: uma no estado da Bahia e outra no Ceará.

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, participa do projeto com atividades de análise ambiental e cartografia digital, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o levantamento e mapeamento dos elementos biofísicos e geomorfológicos através da análise das imagens orbitais CBERS-2. Para o estudo de análise ambiental foi adotada a escala 1:100.000 da cartografia sistemática nacional como base cartográfica planimétrica no mapeamento dos municípios de: Crateús, Independência, Novo Oriente, Quitériaópolis, Tauá e Parambú, com área de 14.614,03 Km².

Um dos objetivos do projeto Mata Branca é mapear o uso e ocupação da área e identificar as manchas e estabelecer níveis de estabilidade dos ambientes em estudo, principalmente definindo as áreas as que se encontram em condições mais críticas de suporte ao ecossistema das caatingas. As áreas das nascentes dos

Rios Poti e Rio Jaguaribe, deverão receber uma área de proteção em forma de corredor ecológico ligando Quitériaópolis e Tauá. (LEBRE et al, 2009)

2. REVISÃO DE LITERATURA

No semiárido cearense, as adversidades edafoclimáticas impedem o desenvolvimento de uma agricultura estável. O extrativismo vegetal, para uso da madeira e para lenha, a abertura de áreas de pasto, necessárias à pecuária extensiva e a agricultura de subsistência, são os meios de vida daquela população. A pecuária, historicamente responsável pela ocupação dos sertões, incorpora cada vez mais áreas para a expansão do seu processo produtivo, levando ao desmatamento áreas de caatinga de enormes proporções e aumentando as áreas de pisoteio e de solos compactados (SOUZA, 2000). Além destes fatores, o manejo inadequado da água, como em algumas técnicas de irrigação, compromete mais ainda a qualidade do solo, instalando processos de salinização (OLIVEIRA and SOUZA, 2003). Essas são atividades de grande impacto ambiental e necessitam urgentemente de ações de apoio e infra-estrutura que proporcionem o desenvolvimento social e a manutenção do equilíbrio no ecossistema. (SULLIVAN 2003, ABRAHAM 2006). Esses aspectos são partes de um processo cíclico com causas e efeitos intimamente ligados e têm seus reflexos aparentes por toda a paisagem sertaneja, pela desestabilização dos ambientes ocupados que se reflete na ecodinâmica da paisagem (TRICART, 1977).

Pesquisas indicam que 14% da área do Estado do Ceará estão afetadas por intensos processos de degradação que tendem a evoluir para o grau de desertificação. A erosão nos solos descobertos mobiliza material superficial assoreando rios e comprometendo toda a dinâmica ambiental da região (SOUZA, 2006). A irregularidade pluviométrica e uma área significativa de solos degradados são fatores relevantes que impactam no desenvolvimento social nas áreas semiáridas.

A área deste estudo compreende parte de duas importantes bacias hidrográficas para do Estado do Ceará: o alto curso da Bacia do Rio Parnaíba e a Sub-Bacia do Alto Jaguaribe, que abrigam as nascentes do Rio Poti (no município de Quiterianópolis) e as nascentes do Rio Jaguaribe (no município de Tauá), onde encontramos extensas faixas de terras fortemente degradadas. Nesses municípios estão presentes grandes problemas de ordem socioeconômica e ambientais relacionados à disponibilidade e ao acesso aos recursos hídricos e seus reflexos na

capacidade econômica das comunidades locais, que são os pontos relevantes para a realização deste estudo.

Além de apresentar a relevância dos estudos ambientais nas áreas semiáridas, este trabalho busca relacionar os contrastes sociais resultantes de sua estrutura econômica. Os indicadores socioeconômicos dos municípios da área de estudos apresentam claramente os desníveis sociais e a concentração fundiária e de renda.

A pobreza e a falta de acessos representam vetores de aceleração dos processos de degradação ambiental. O ciclo se repete sempre que o sertanejo precisa extrair sua manutenção e sustento da mata. Por não existirem programas eficientes de agricultura sustentável no semiárido, os eventos de seca sempre se apresentem de forma calamitosa. Apesar de sua ocorrência cíclica, tende sempre a vitimar homens e animais, impactando negativamente a sociedade e o ambiente pelas perdas econômicas relativas ao evento e o drama social a ela associado. Mesmo com os avanços técnicos e as pesquisas realizadas no século XX, não foi implantada nenhuma ação ou programa que efetivamente mudasse o comportamento do sertanejo diante desta adversidade (GOMES, 2000). Desse modo, não existe a preocupação com a manutenção de estoque da produção excedente para os anos improdutivos, ou alternativas para alimentação do gado (como a produção de palma forrageira ou mesmo a redução dos rebanhos com o aumento da produção na indústria de charque, servindo o abate para a diminuição dos rebanhos e para alimentação humana nos eventos de seca de longa duração). Os esforços dos órgãos governamentais e as ações se mostraram ineficientes, apenas repetindo os modelos de assistência e obras, desde as primeiras secas que datam do século XIX (SILVA, 2008).

O bioma caatinga já sofre pelas suas condições climáticas e, com sua área no embasamento cristalino, passa por longos períodos secos e enxurradas nos períodos chuvosos. Esses fatores fazem parte da dinâmica desses ambientes, tornando qualquer intervenção na cobertura vegetal um vetor de aceleração dos processos erosivos. Os estudos sobre o avanço dos processos de desertificação no semiárido cearense estão na pauta das discussões. Mesmo assim as ações governamentais não conseguem propor soluções duradouras.

No ano de 2005, uma pesquisa da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), revelou uma realidade preocupante no semiárido

cearense. O estudo revelou que 10,2% de todo o território cearense estava em processo de desertificação – uma área de 15.128,5 km². O trabalho visou mapear toda a região atingida por processos de desertificação, tendo início pela bacia do Jaguaribe e Irauçuba e circunvizinhos, devido ao alto grau de degradação daquelas localidades. Atualmente, a FUNCEME trabalha no Projeto Mata Branca e está previsto o mapeamento temático das áreas de intervenção nos municípios localizados na Mesorregião dos Sertões Cearenses, com o intuito de conhecer a realidade física atual e estabelecer ações direcionadas à preservação, conservação, uso e gestão sustentável da biodiversidade. (ANA SOARES et al, 2009).

Os desequilíbrios causados pelo uso e ocupação descontrolado desregulam cada vez mais a dinâmica das áreas ocupadas, dificultando a preservação dos ecossistemas, incluindo as áreas de nascentes dos rios, reconhecidas como ambientes frágeis e facilmente suscetíveis à instabilidade.

Dentre os municípios, objetos deste estudo, quatro deles estão entre os que possuem elevados índices de aridez e são nessas áreas onde estão os mais críticos processos de desertificação. No *ranking* proposto pelo IPEA (1995) (Tabela 1), Independência, Novo Oriente, Parambu e Tauá encontram-se dentro das dez primeiras posições; Crateús apresenta um índice moderado de aridez e, para Quiterianópolis, não foram apresentados dados na pesquisa do IPEA (1995), corroborando a importância de um estudo que proponha instrumental de apoio à gestão dos recursos naturais no semiárido cearense.

Tabela 1 – Dados da População (prevista 2008), Área, Índice de Aridez e Indicadores Socioeconômicos: Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Produto Interno Bruto *per capita* (PIB) dos municípios.

| Ranking Aridez Critica | Municipal | Pop 2008 | Area km2 | % em relação à área do Estado | Índice de Semi-aridez 1991 | IDM 2006 | IDH 2000 | PIB <i>per capita</i> 2006 R\$ |
|------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------------------|----------------------------|----------|----------|--------------------------------|
| 5º | Independência | 25.413 | 3.218 | 2,16 | 0,39 | 22,79 | 0,657 | 2841,00 |
| 6º | Novo Oriente | 27.418 | 949 | 0,64 | 0,39 | 25,90 | 0,602 | 2463,00 |
| 7º | Parambu | 30.596 | 2.303 | 1,37 | 0,39 | 18,29 | 0,613 | 2373,00 |
| 9º | Tauá | 54.273 | 4.306 | 2,91 | 0,40 | 30,65 | 0,665 | 3484,00 |
| Médio | Crateús | 72.385 | 2.965 | 2,01 | 0,45 | 34,20 | 0,676 | 2003,00 |
| - | Quiterianópolis | 20.079 | 1.041 | 0,70 | - * | 15,95 | 0,625 | 2408,00 |

Fonte: IPEA (1995), IPECE (2009), adaptado - * sem dados de aridez para este município

De acordo com o modelo atual de distribuição de terras e renda, encontramos dados alarmantes onde 10% dos proprietários detêm cerca de 90% das terras e os pequenos proprietários, com propriedades de área inferior a 100 hectares, perfazem 27% da área total dos estabelecimentos agrícolas. Reproduzindo de forma mais marcante a realidade nacional do campo.

O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* no semiárido, em 2002, era de R\$ 2.543,27, bem abaixo do valor médio da região nordeste, R\$ 3.694,34 e menos da metade da média nacional, de R\$ 7.630,93.

Os graves problemas das regiões pobres se perpetuam e não são possíveis projetos que proponham o desenvolvimento regional sem o envolvimento de todos nas decisões políticas. Na realidade as comunidades ainda esperam por novas alternativas onde se considerem as particularidades locais e promovam o desenvolvimento social.

É preciso mudar a percepção sobre as relações sociais e econômicas do semiárido para que o desenvolvimento das comunidades seja possível:

O Semiárido passa a ser concebido enquanto um espaço no qual é possível construir ou resgatar as relações de convivência entre os seres humanos e a natureza, com base na sustentabilidade ambiental e combinando a qualidade de vida das famílias sertanejas com o incentivo às atividades econômicas apropriadas. (SILVA, 2008).

2.1 A Importância da água para o desenvolvimento

As preocupações com o futuro dos recursos naturais se iniciaram nos anos 60 e têm aumentado a cada dia desde o final do século XX. Muitos encontros, reuniões e conferências aconteceram a partir da necessidade de programas que tivessem melhor resposta para que o desenvolvimento econômico fosse atingido sem que os impactos ambientais fossem tão intensos em virtude da crescente demanda por alimentos e energia. A catastrófica seca de Sael, em meados do século XX, foi um marco e tornou-se mundialmente visível por sua abrangência espacial e os grandes impactos sociais que esse evento causou, de proporções nunca antes vivenciadas pela humanidade. Esse evento extremo provocou debates na comunidade científica, alertando para a importância de um conhecimento

integrado das causas dos fenômenos naturais e suas dinâmicas para propor modelos de convivência sustentável nas áreas áridas e semiáridas.

Problemas relacionados à distribuição temporal e espacial da água estão na pauta das discussões relacionadas ao desenvolvimento social, qualificando o recurso hídrico como agente de desenvolvimento. A gestão conta com apoio de agências internacionais que elaboram programas que visam a melhoria das condições de vida das populações afetadas pela escassez da água. O Banco Mundial tem incentivado a implementação de programas de impacto com o objetivo de estruturar os governos e a população para que se mobilizem na busca de informação e apoio técnico para prover a busca de um gerenciamento racional e participativo (Banco Mundial, 1999).

A importância da água para suprir as necessidades essenciais para a vida foi reforçada durante a “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente” - ECO-92, que aconteceu no Rio de Janeiro em Junho de 1992, na qual a importância de assegurar os recursos é aumentada de modo a abranger a dimensão ecológica. Em seu relatório final afirma que:

O gerenciamento holístico dos recursos hídricos, como um recurso finito e vulnerável, e a integração de planos e programas setoriais nas diretrizes sociais e econômicas nacionais são de grande importância às ações dos anos 90 e o gerenciamento integrado dos recursos hídricos deve basear-se na percepção da água como uma parte integrante do ecossistema, um recurso natural e um bem social e econômico. (Relatório ECO-92, in Banco Mundial, 1999)

A importância da água como vetor de desenvolvimento e bem estar, relaciona diretamente a água às questões sobre a pobreza e progresso social. No nordeste do Brasil a situação da disponibilidade de água é bastante delicada. As secas e a poluição dos rios tornam mais complexas as intervenções no meio natural, os projetos mal definidos e que não promovem a sustentabilidade das áreas só trazem mais prejuízo, uma vez que não são pensados de forma integrada e acabam por não resolver a questão do estoque e da qualidade do recurso. Obras contra a seca não foram suficientes para tornar a convivência do semiárido menos crítica em algumas épocas do ano.

Uma das características hidrológicas do semiárido cearense é a pequena vazão dos corpos d'água, o escoamento com sua forma dendrítica e pouco profunda, que sofre a influência direta da dinâmica climática, tornando sua malha rasa e espalhada ou encaixada nas falhas do embasamento cristalino. Estas condições dificultam o armazenamento sub-superficial e subterrâneo, o que representa outra dificuldade no manejo eficiente da água (SOUZA, 2000).

Em todos os cursos de rios, suas várzeas e nas áreas agriculturáveis do sertão, o uso de técnicas inadequadas na agricultura e no manejo dos recursos hídricos, como as praticadas em algumas áreas de irrigação, comprometem o solo, provocando a salinização, o assoreando rios e lagos, seja pela destruição da cobertura vegetal natural e/ou o uso ineficiente dos solos e da água.

A Conferência das Nações Unidas sobre a Água, ocorrida em Mar del Plata (1977), apresentou um levantamento sobre a disponibilidade e a qualidade da água no mundo e os conflitos gerados pela escassez. Assim, a água foi reconhecida como uma necessidade básica:

Todas as pessoas, qualquer que seja seu estado de desenvolvimento e sua condição econômica e social, têm direito a ter acesso à água para beber em quantidade e qualidade igual para suas necessidades essenciais (Figura 1) (LUNA, 2007)

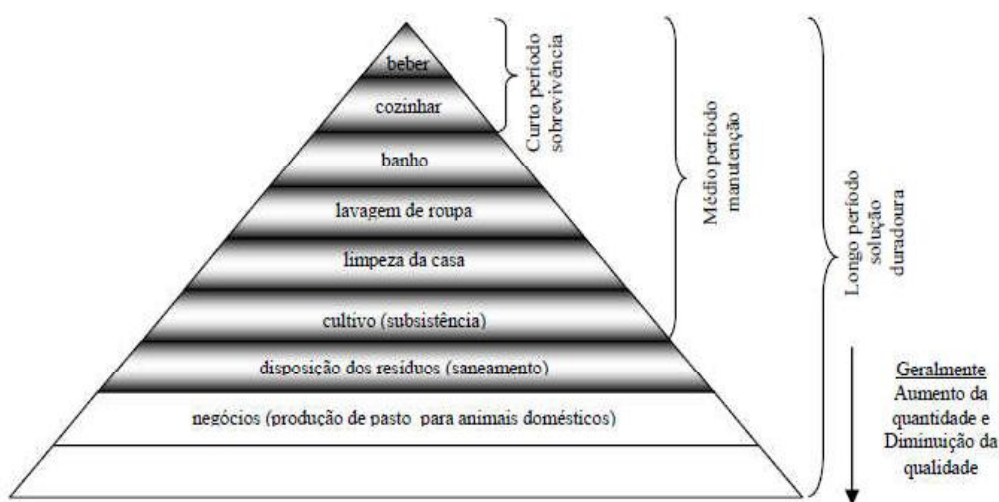


Figura 1: Hierarquização das necessidades hídricas - (LUNA, 2007)

Assim, embora os líderes mundiais tenham reconhecido que o acesso à água potável é um direito humano fundamental, também reconhecem que se deve aplicar o princípio da recuperação dos custos à utilização da água (RIBEIRO, 2008). Na Agenda 21, os Países participantes concordaram em que:

"18.2. A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição." (Agenda 21, cap 18)

No caso do semiárido cearense, a permeabilidade dos terrenos é bastante pequena, tornando a disponibilidade hídrica um fator de preocupação. Os impactos sociais e econômicos que acontecem nas comunidades nos eventos de seca nem sempre são sentidos pelos grandes proprietários, deixando aparente o grande custo social que recai sobre os mais pobres. Desta maneira, os conflitos pela água se apresentam como uma questão de grande relevância quando tratamos do acesso e da distribuição do recurso e as possibilidades de ganhos e desenvolvimento social. As obras contra as secas não foram espacialmente distribuídas de acordo com as demandas das comunidades, mas pela pressão política de algumas famílias. Os açudes e poços vão parar nas grandes propriedades, tornando-se patrimônio privado. As práticas agrícolas e mau uso da água impactam os solos tanto pelas técnicas inapropriadas quanto pelo uso de produtos tóxicos que contaminam os solos, sendo carregadas para os cursos d'água e infiltrando-se e contaminando as águas sub-superficiais e subterrâneas. O regime de chuvas e os fatores geológicos influenciam na difícil recarga dos aquíferos.

Numa visão determinista, os rios perenes estão relacionados à abundância da oferta hídrica, enquanto os rios temporários significariam a escassez, sendo que outros fatores devem ser considerados antes de uma análise precipitada sobre as condições sociais e econômicas de uma região. Certamente as condições biofísicas e climáticas que se apresentam no semiárido cearense exigem maior racionalidade na gestão dos recursos naturais, mais particularmente em relação a água, sem

podemos afirmar que são apenas esses elementos os responsáveis pelos desníveis sociais da região.

“Efetivamente, as condições físico-climáticas que predominam no *Sertão* do Nordeste do Brasil podem, relativamente, dificultar a vida, exigir maior empenho e maior racionalidade na gestão dos seus recursos naturais em geral e da água, em particular, mas não podem ser responsabilizadas pelo quadro de pobreza amplamente manipulado e sofridamente tolerado. Destarte, o que mais falta no Brasil em geral e no Nordeste, em particular, não é água, mas determinado padrão cultural que agregue confiança e melhore a eficiência das organizações públicas e privadas envolvidas no negócio da água”. (REBOUÇAS, 1999).

Independentemente da região, de um continente ou país, os vínculos entre a pobreza e água são evidentes (Quadro 1). A falta de água potável e de saneamento são fatores que comprometem a saúde da população com impactos diretos na produtividade nas comunidades, que padecem com uma infraestrutura precária, impondo pesados ônus para a manutenção dos sistemas de saúde.

| FALTA DE ÁGUA, SANEAMENTO E HIGIENE | DIMENSÕES DA POBREZA | EFEITOS FUNDAMENTAIS |
|-------------------------------------|--------------------------|--|
| | Saúde | <ul style="list-style-type: none"> ● doenças relacionadas com água e problemas no desenvolvimento causados por desnutrição em decorrência da diarreia ● menor expectativa de vida |
| | Educação | <ul style="list-style-type: none"> ● impacto sobre a assistência escolar (especialmente meninas) por doença, falta de salubridade ou por ter que transportar água. |
| | Gênero e Inclusão Social | <ul style="list-style-type: none"> ● o ônus recai, desproporcionalmente sobre as mulheres, limitando sua participação na economia monetária |
| | Renda e Consumo | <ul style="list-style-type: none"> ● elevada proporção do orçamento gasto em água ● menor potencial de geração de rendimentos por problemas de saúde, tempo dedicado a transportar água ou falta de oportunidade para dedicar-se a atividades que requerem água ● risco de alto consumo em virtude dos fatores climáticos |

Quadro 1 – Vínculos entre a pobreza, água e saneamento Fonte: (LUNA, 2007)

A participação dos cidadãos nas decisões sobre a utilização, captação, armazenamento e distribuição, é fator preponderante para manter o compromisso da comunidade com a segurança hídrica e a manutenção do abastecimento das áreas agriculturáveis. A qualidade e a disponibilidade são problemas que interferem diretamente na qualidade de vida das comunidades sertanejas.

2. A água e o desenvolvimento no semiárido

A água é responsável pela manutenção de um complexo sistema a nível planetário. O equilíbrio desse sistema envolve a participação da sociedade e de suas necessidades de consumo. Mesmo as mais primitivas comunidades se estabeleceram próximo aos rios e riachos, o que se associa à fertilidade dos solos. As modernizações dos instrumentos e das necessidades humanas demandam cada vez mais de água em seus processos produtivos, seja na agricultura ou na indústria. Desse modo, conflitos sobre os diversos usos e as prioridades de acessos acontecem cotidianamente.

Nas áreas onde a disponibilidade do recurso é precária, os conflitos são agravados e se refletem no baixo desenvolvimento econômico e social das comunidades. A relação entre o uso da água e o gênero está fortemente relacionada. Existe um grande número de mulheres envolvidas no gerenciamento da água doméstica, cuidando da distribuição e qualidade do recurso, o que demonstra que a visão sobre o uso da água é diferente entre homens e mulheres (MMA, SRH, 2004).

O saneamento básico e a garantia da qualidade da água são ambos responsáveis por grande número de doenças evitadas, mas a cobertura de esgoto é insignificante em relação à cobertura de água encanada no semiárido cearense. Os projetos atuais de cobertura de água e esgoto têm estendido o acesso à água encanada no sertão, embora a qualidade da água não seja boa. Desse modo, podemos afirmar que a relação entre a pobreza e a água está evidente e necessita urgentemente de propostas que venham a melhorar qualitativamente os dados de cobertura.

O aumento da demanda por água está associado ao aumento populacional das cidades e das atividades produtivas, seja no campo ou na indústria, e os

recursos disponíveis sofrem uma pressão direta, recebendo os efluentes das cidades nos corpos d'água, o que compromete as condições de consumo e potabilidade. Todos esses fatores são ampliados quando se trata de cidades localizadas nas áreas semiáridas pelas próprias condições naturais de solos e clima.

As ações e obras de contingência para a problemática da disponibilidade hídrica nas áreas semiáridas brasileiras datam do século XIX, motivadas pela ocorrência das secas de grande intensidade com impactos negativos consideráveis sobre a população e o ecossistema no Nordeste do Brasil.

A construção do açude do Cedro no Estado do Ceará, por iniciativa da Coroa Real, é o marco da intervenção federal no semiárido brasileiro, com o objetivo de mitigar os transtornos econômicos e sociais das grandes secas, embora efetivamente do ponto de vista institucional, apenas em 1909, com a criação da Inspetoria das Obras Contra as Secas, que viria a originar o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), se iniciou efetivamente a implantação da infraestrutura hídrica hoje existente.

A partir do final dos anos 40, com a fundação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODESAF), foi promovido o desenvolvimento agrícola do Vale do São Francisco e a implantação do programa hidroenergético da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). A intervenção federal é ampliada pela implantação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que trouxe propostas para os programas de aproveitamento dos recursos hídricos e desenvolvimento econômico e social, enfatizando os estudos hidrogeológicos com objetivo de apoiar os programas de perfuração de poços e a instalação de uma rede hidrometeorológica no âmbito regional. Na década de 1980, a SUDENE elaborou o Plano Integrado de Recursos Hídricos (PLIRHINE), que foi o primeiro diagnóstico da situação dos recursos hídricos no semiárido brasileiro. (VIEIRA, 2006)

Podemos ainda citar outras instituições federais como o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE), o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) e a Companhia de Pesquisa e Recurso Mineral (CPRM), que lançaram esforços juntamente com a SUDENE no que se refere a ações para a gestão dos recursos hídricos como controle e planejamento para os usos das águas superficiais e subterrâneas. (VIEIRA, 2006)

É importante ressaltar que esses planos e ações sempre estiveram incorporados às ações mitigadoras dos impactos das secas prolongadas, porém sem contar com compromissos institucionais e financeiros para assegurar a manutenção e continuidade do apoio às comunidades após os períodos críticos.

A baixa produtividade agrícola decorrente da inaptidão das terras semiáridas do Brasil pode ser considerada uma afirmação falsa, pois pode-se encontrar baixa potencialidade agrícola em muitas outras áreas semiáridas do mundo. O emprego de tecnologia pode reverter esse quadro, o exemplo norte-americano é uma evidencia de que as práticas adequadas podem transformar este cenário, pois apesar da aridez do Centro-Oeste dos Estados Unidos, sua economia é bastante desenvolvida, ainda que esteja situada numa região árida de ambiente desértico. Esse exemplo evidencia que as ações políticas de desenvolvimento local são fatores que determinam o sucesso econômico das populações de áreas áridas e semiáridas. (REBOUÇAS, 1999)

Para o semiárido nordestino, as estratégias de ação para o desenvolvimento não asseguraram de maneira eficiente a gestão do setor hídrico, com grandes investimentos em obras estruturantes de contingência, sem promover o acesso das comunidades à água. Essas dificuldades criam os conflitos e um cenário de extrema pobreza regional, sem muitas perspectivas de mudança pela dificuldade de prover água as populações devido aos custos envolvidos e as políticas públicas inadequadas, que não conseguem prover o acesso ao recurso pela falta da infraestrutura necessária ao transporte e distribuição. Para o pequeno produtor familiar esta estrutura demanda gastos com os quais sua condição econômica não permite arcar com o ônus das obras necessárias e energia necessária para o bombeamento.

As populações sem suprimento de água para as suas necessidades básicas são menos capazes de originar renda em face da diminuição da qualidade de vida em termos de saúde, educação e de capacidade produtiva (LUNA, 2007).

Apesar das dificuldades para perfuração no embasamento cristalino, a utilização da água dos poços profundos é a mais segura fonte do recurso, uma vez que se encontram protegidas da evaporação. Contudo, as técnicas de construção e

utilização requerem conhecimentos específicos que não são dominados pela população e a sua localização algumas vezes se deu por motivações políticas sem atender aos objetivos de cobertura do abastecimento.

“O equívoco é espalhar e expor indiscriminadamente as águas territoriais em micros e pequenos açudes rasos ou barreiros, sem nenhum critério hidrológico, fazendo do sol inclemente o maior consumidor das águas assim acumuladas. Estas obras nem sequer resolvem o problema do abastecimento, pois até nos anos normais a maioria destes reservatórios seca no período de estiagem. Em tal caso, a equação da sobrevivência à seca é estocar as águas dos rios em açudes com superfície de evaporação (espelho hidráulico) bastante reduzida e profundidade bem superior à altura da lâmina média anual evaporada, entre 2 e 3m.” (REBOUÇAS, 1999)

A difícil situação dos sertanejos das áreas mais carentes do estado do Ceará estimulou as iniciativas de novos modelos de gestão com objetivo de favorecer e possibilitar o desenvolvimento regional. A utilização de instrumentos de apoio a decisão foram aplicados pelos gestores na tentativa de um planejamento de metas que assegurem os limites mínimos de segurança e conforto, promovendo o desenvolvimento do sertão garantindo o progresso e a sustentabilidade dos ecossistemas das áreas semiáridas do Ceará de forma a atender as particularidades de cada região e para determinar prioridades de ações que impactem positivamente nos aspectos socioeconômicos, edafoclimáticos e na disponibilidade física da água.

A disponibilidade hídrica está associada ao volume de águas superficiais e subterrâneas efetivamente disponíveis de forma duradoura ou “permanente” (VIEIRA, 2006). No semiárido cearense, com suas bacias de rios intermitentes, a disponibilidade natural é nula. São os açudes proporcionam a regularização e perenização, em alguns casos, da disponibilidade hídrica anual. No caso de rios perenes ou perenizados, a disponibilidade natural considerada é o seu volume mínimo anual para garantia das águas superficiais. Desse modo, os grandes reservatórios ampliam os índices de disponibilidade se houver o acesso ao recurso, embora no semiárido cearense grande parte dos reservatórios sejam de pequeno porte e seus dados muitas vezes não sejam considerados.

O balanço hídrico negativo, característico do semiárido cearense, provoca perda significativa de água com impactos na qualidade do recurso disponível. O Projeto Áridas aponta em seu diagnóstico a dificuldade de dados e informações confiáveis. Os principais problemas apontados se relacionam à qualidade da água, devido à salinização dos corpos hídricos (que dissecam as formações cristalinas normalmente salinas), o elevado nível de turbidez devido ao assoreamento no leito de importantes rios, o processo crescente de poluição devido aos efluentes domésticos e industriais, lixo e produtos químicos para as lavouras (SRH 2009).

A elaboração de uma legislação específica sobre os recursos hídricos, particularmente no Nordeste, teve início com a Constituição de 1989. Nos anos 1990, a gestão dos recursos naturais vem para o centro das discussões e a institucionalização dos sistemas estaduais de gerenciamento da água começa a ser implantado. No início dessa década, o Ministério da Ciência e Tecnologia, através de uma comissão, constatou a falta de planejamento para o gerenciamento eficiente da água, de maneira mais preocupante para o Nordeste do Brasil.

Em 1992, em Fortaleza, foi realizada a Conferência Internacional sobre os Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas (ICID), onde se discutiu a necessidade de se promover o desenvolvimento pelo uso sustentável dos recursos naturais. O Projeto Áridas vem estabelecer um novo paradigma para o desenvolvimento social e político, além das metas econômicas e ambientais. O governo federal, com apoio financeiro do Banco Mundial, lançou o Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro - PROÁGUA/Semiárido, implantado pelo Governo Federal em parceria com o Banco Mundial, que tem beneficiado o Estado do Ceará pelo avanço na política de gestão dos recursos hídricos praticada nos últimos dez anos e o fortalecimento institucional de todos os atores relevantes envolvidos com a gestão de recursos hídricos. Os financiamentos, da ordem de US\$ 330,000,000.00, são aplicados em todos os estados do nordeste e são provenientes de investimentos internacionais pelo Banco Mundial (60%), Japan Bank for International Cooperation - JBIC (21%) e pelos Governos Federal e Estadual (19%) (SRH 2009).

No intuito de modificar as políticas para o semiárido, o PROÁGUA/Semiárido introduz a gerência integrada e, a partir de 1994, propõe a criação dos Comitês de Bacia Hidrográficas (CBH) orientada para o equilíbrio entre

a oferta e demanda de água potável e para os diversos usos, evitando os conflitos e garantindo a oferta de modo a permitir o desenvolvimento sustentável da região (VIEIRA, 2006).

No Ceará, inicialmente, a proposta de gestão pelos Comitês de Bacias não teve credibilidade, provocando surpresa e, ao mesmo tempo, desconfiança por parte das comunidades, dos poderes públicos e nos grupos políticos locais. Entretanto, as propostas discutidas, sobre a melhor forma de manter o equilíbrio na distribuição da água para seus diversos usos foi proposta como um caminho para que toda a comunidade fosse atendida, seja a montante ou a jusante de um reservatório, considerando também a importância da perenização dos rios principais. Atualmente a experiência tem se mostrado positiva, embora muito ainda tenha que avançar para que o acesso à água para os usos prioritários (consumo humano e animal) seja garantido (COGERH, 2008).

A oferta *per capita*/ano se situa em torno de 1.617 m^3 , marca próxima do limite crítico estabelecido pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – $1.500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$. O déficit entre a oferta *per capita* máxima de água superficial reservada e a disponibilidade hídrica anual do Ceará de $819 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ é proveniente da água subterrânea e do potencial hídrico ainda não aproveitado pelas condições de exploração ou qualidade da água, que muitas vezes tem elevada concentração de sais, o que prejudica o uso da água para abastecimento humano e irrigação. (SRH, 2009)

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH representa o passo importante para a garantia do abastecimento de água para os diversos usos e tem o objetivo de identificar os problemas e conflitos relacionados à água, conhecendo as necessidades das populações locais, indígenas, ribeirinhas envolvendo os pequenos, médios e grandes usuários. A solução dos conflitos necessariamente passa por uma gestão compartilhada, na qual a maior preocupação é atingir o desenvolvimento ecologicamente sustentável, socialmente justo e economicamente viável. (MMA e SRH, 2004)

A problemática atual dos recursos hídricos deve ser entendida no âmbito mundial e, assim, a caracterização da água como bem econômico deve ser entendida como resultado dos indicadores de escassez da água doce. Nas áreas semiáridas, essa questão torna-se mais complexa. O valor econômico da água

passa a ser contabilizado a partir de suas componentes, tais como: tipo do uso, qualidade, forma e local da oferta, nível de garantia, sazonalidade e situação climática. Para o cálculo do valor em regiões em desenvolvimento, outras componentes devem ser consideradas, como: benefício residual, custo alternativo, curva da demanda disposição a pagar explícita ou implícita (VIEIRA, 2006).

2.3. O clima e as secas no Ceará

A região semiárida cearense é submetida às dinâmicas climáticas de características próprias com as chuvas concentradas em um curto período e com variabilidade espacial significativa. Embora as médias anuais se apresentem entre 400 mm nas áreas do sertão e 1200 mm na faixa litorânea, a evapotranspiração nos períodos secos gira em torno de 2000 mm, resultando num balanço hídrico negativo na maior parte do ano. As temperaturas variam entre 25°C e 28°C, podendo atingir temperaturas elevadas - em torno de 38°C - em algumas regiões. Os eventos de secas recorrentes representam dramas sociais de grandes proporções, com impactos econômicos que se apresentam nos índices de desenvolvimento socioeconômico.

As condições geológicas e da drenagem, associadas ao regime climático, dificultam a manutenção da oferta hídrica equilibrada. Para estocar a água, há necessidade de construção de obras de infraestrutura, e os açudes se multiplicaram. Ainda assim, com estoque de água, os açudes não asseguram a disponibilidade hídrica mínima, pois, com o balanço hídrico deficitário, mesmo sem a ocorrência de secas, a perda de água, em volume e qualidade, é inevitável e se manifesta principalmente pela vulnerabilidade social e econômica nas áreas semiáridas.

Os sistemas atmosféricos atuantes no nordeste do Brasil são: A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e o Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), que agem durante o verão. Frentes frias oriundas das latitudes subtropicais induzem a formação de nebulosidade convectiva sobre essa área, apresentando áreas de instabilidade. A ZCIT - Zona de Convergência Intertropical - é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente

serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. A ZCIT é uma faixa de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre e é formada, principalmente, pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. De maneira simplista, pode-se dizer que a convergência dos ventos faz com que o ar quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo a formação das nuvens. O VCAS - Vórtice Ciclônico de Ar - Superior atinge a região Nordeste do Brasil. Forma-se no Oceano Atlântico entre os meses de outubro e março e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. (FUNCEME, 2010)

Estudos meteorológicos apontam a influência entre as temperaturas oceânicas e a ocorrência das precipitações. o fenômeno El Niño ocorre irregularmente entre 2 a 7 anos de intervalo, com uma média de 4 anos e se refere ao aquecimento da superfície do Oceano Pacífico Equatorial, ocasionando a diminuição da precipitação e secas em algumas áreas, agravando a situação da escassez de chuvas no nordeste do Brasil. Já La Niña é o fenômeno inverso, caracterizado por temperaturas anormalmente frias no Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental e sua intensidade é variável, podendo durar por mais de um ano. Ocasiona fortes chuvas na região nordeste no início do ano e um inverno seco no sudeste e sul do país. Em virtude da influência destes fenômenos climáticos dinâmicos, a ocorrência de anos chuvosos, seguidos de períodos anuais ou superiores de baixa pluviosidade, afeta as condições agrícolas, que são submetidas a uma irregularidade hídrica, o que dificulta a manutenção da produtividade dos cultivos.

Os processos de degradação ambiental severa com tendências à desertificação são resultado do uso insustentável dos ecossistemas das terras semiáridas, que sofrem impactos diretos da dinâmica climática, tornando crítica a intervenção humana pelos seus processos produtivos. A definição de aridez para fins de aplicação no Plano de Ação de Combate à Desertificação elaborado pelas Nações Unidas baseou-se na metodologia desenvolvida por Thornthwaite (1941), com posterior ajustamento por Penman (1953), quando o índice de aridez (IA) de uma região depende da quantidade de água advinda da chuva (P) e da evapotranspiração potencial (ETP). As classes de variação para este índice são apresentadas a seguir (Figura 2):

| Classificação | IA |
|-------------------|---------------|
| Hiper-árido | $< 0,05$ |
| Árido | $0,05 < 0,20$ |
| Semi-árido | $0,21 < 0,50$ |
| Sub-úmido seco | $0,51 < 0,65$ |
| Sub-úmido e Úmido | $> 0,65$ |

Figura 2 - Classificação do Índice de Aridez Thornthwaite (1941),

A fórmula de Thornthwaite (Figura 3) foi posteriormente ajustada por Penman, (1953) a fim de que se elaborasse a classificação que é hoje aceita. A razão entre estas duas variáveis foi utilizada para o estabelecimento das áreas de risco e a elaboração do mencionado mapa da UNESCO, que tem servido de parâmetro para os estudos no mundo.

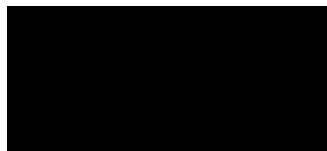


Figura 3 - Formula do Índice de Aridez Thornthwaite (1941) e Penman (1953)

As desigualdades socioeconômicas que se apresentam nas áreas áridas e semiáridas se evidenciam quando são comparadas com outras regiões. Os aspectos biofísicos, climáticos e a falta de políticas públicas colaboram para que o desenvolvimento das comunidades seja dificultado.

As secas que sistematicamente afetam o semiárido nordestino provocam sobre as comunidades, impactos econômicos e sociais que se apresentam como as principais razões da caracterização dessas áreas, associada aos problemas sociais regionais.

Os relatos sobre os eventos de seca datam de aproximadamente 300 anos, com recorrências que evidenciam tratar-se de um processo cíclico, embora seja sempre tratado como uma catástrofe imprevista. Ainda no final do século XX (1998-

1999) uma grande seca foi registrada no nordeste do Brasil sem que nenhuma prevenção fosse aplicada.

A ocorrência da seca prejudica significativamente a produção agrícola de subsistência e a pecuária. Transformam-se em dramas que atingem a população sertaneja desprovida de recursos financeiros ou estoques de excedentes da produção para suprir suas demandas nesse período. Nenhuma providência efetiva foi adotada para evitar os dramáticos impactos socioeconômicos resultantes do fenômeno. As consequências desses eventos são sempre catastróficas, pois atingem diretamente o frágil sistema socioeconômico da região, deixando em seu rastro a miséria aguda, doenças ou epidemias e enormes migrações.

Para a economia, a seca representa, além da quebra da produção agrícola da região, o aumento nos preços dos alimentos e a redução na renda e na ocupação rural, recaindo sobre os outros setores econômicos, tais como comércio indústria e serviços (GOMES, 2001).

Apesar da ocorrência do fenômeno estar registrada desde os primórdios da colonização do Brasil, as medidas mitigadoras e de convivência com a seca pouco avançaram e continuam sendo remediadas com medidas sem nenhuma solução para diminuir os danos socioeconômicos associados.

Outro problema se apresenta quanto à controvérsia sobre o significado da seca, que se apresentaria em duas categorias: a seca absoluta e a seca relativa, também conhecida como “seca verde”. Na primeira situação, um grande déficit pluviométrico em um ano representaria a seca absoluta e, na segunda situação, haveria pluviosidade em época diferente do previsto no calendário agrícola, causando, assim, um impacto na produção (mas sem prejudicar a vegetação de uma forma geral).

Fome, migrações, saques e doenças são os principais prejuízos sociais associados às secas. Nos séculos XVI e XVII as secas, apesar de sua ocorrência, pouca importância tinham para os colonizadores, pois os impactos eram pouco representativos, uma vez que a civilização européia se estabelecera no litoral. Assim, os índios foram os mais atingidos e, somente no final do século XIX e no século XX, o drama foi reconhecido como uma tragédia socioeconômica.

No século XVIII, foram registrados 36 anos de secas com muitas mortes por fome e doenças, além da perda dos rebanhos. Foi nesse período que os sertões nordestinos foram povoados pelas populações vinculadas à pecuária. Sendo o início

das representações e informes contendo apelos às autoridades, o governo iniciou as políticas de assistência financeiras, sendo priorizadas as áreas dos engenhos, com sugestões do uso da mão de obra disponível para o plantio da mandioca para assegurar a manutenção dos escravos. Na Carta Régia de 1736, a proteção aos senhores de engenho foi justificada pela falta de carne vinda do sertão em virtude da seca.

Demonstrando que as políticas governamentais não são alinhadas com o apoio aos mais necessitados, não se propõe uma ação eficaz que diminua o impacto social há muito tempo.

No início do século XIX, a seca de 1824/25 repercutiu pelo flagelo que se estendeu até 1826, deixando um rastro de miséria que se estendeu por toda a província do Ceará. Em 1877/79 ocorreu a grande seca, na qual, pelos registros históricos, teriam morrido aproximadamente 500 mil pessoas e houve uma perda econômica que envolveu lavouras, rebanhos e escravos. Todas as medidas governamentais tiveram resultados insignificantes. A única novidade foi o aparecimento do açude como instrumento para atenuação dos efeitos da seca. O subsídio governamental para a emigração de nordestinos para outras regiões já era praticada.

No século XX, a seca ocorreu em 24 anos, sem que sua abrangência fosse sempre sobre toda a região nordeste. Nas primeiras décadas, os impactos sobre as populações, produção e rebanhos foram devastadoras. As cidades receberam grande contingente humano dos retirantes e verdadeiros campos de concentração foram se estabelecendo como forma de conter a invasão urbana. Eram lugares que abrigavam grande número de pessoas, que propiciaram a propagação de doenças. Esses agrupamentos visavam facilitar a ajuda governamental. Em virtude dos prejuízos relacionados à seca, no ano de 1909 aconteceu a criação do Instituto de Obras Contra a Seca (IOCS), que seria a primeira ação governamental permanente, devendo o instituto sistematizar dados para elaboração de projetos para apoiar as obras. Em 1929, o Instituto Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), deu continuidade aos trabalhos e, em 1945, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas se tornou o órgão responsável pela construção de poços e açudes, que serviram para reduzir os impactos, mas não impediram a repetição de eventos dramáticos. A partir dos anos 40 as tragédias se apresentaram menos dramáticas, sem tantas mortes ou campos de concentração, mas ainda foram devastadoras

para a produção agrícola e pecuária. Ainda no final do século XX, a prática de estímulo à emigração é praticada por algumas prefeituras, que doavam passagens para quem quisesse mudar para São Paulo, muito embora, sem o reconhecimento oficial (GOMES, 2001).

Nos anos de 1998/99, uma nova grande seca atingiu o nordeste, deixando claro que as políticas públicas baseadas em grandes obras não eram suficientes para evitar a recorrência das perdas econômicas com impactos relevantes no desenvolvimento humano das populações das áreas semiáridas do nordeste do Brasil.

Um novo paradigma se estabeleceu em relação à manutenção das comunidades sertanejas. É pela compreensão das práticas culturais e pela percepção contextualizada de sua população que se percebeu as possíveis condições de conviver com os períodos de estiagem sem que os impactos negativos fossem desastrosos. Uma nova maneira de tratar as relações entre a sociedade e a natureza permitiu o paradigma da convivência entre o homem e as secas. Essa convivência deve ser mantida por estratégias de valorização do saber popular e da criatividade aplicada à construção de obras simples que podem garantir água em períodos mais críticos. Para o sucesso dessa abordagem são necessárias ações que promovam a sensibilização e mobilização da população para identificar as demandas prioritárias e tentar soluções práticas e em conformidade com a realidade visando a melhoria das condições de vida. Em outras palavras, a proposta é a mudança de atitudes e valores com profundo conhecimento da vida local, "induzido ou fortalecendo as alternativas de convivência" (SILVA, 2008).

O conhecimento aprofundado sobre o ambiente e as relações ecológicas entre o biofísico e o social nas áreas semiáridas vem complementar a proposta para o desenvolvimento regional apoiados em "uma formação de consciência sobre a realidade local e sobre as formas apropriadas de intervenção" (SILVA, 2008) com o propósito de integrar os conhecimentos para possibilitar a "melhora das condições de vida, suprimindo as necessidades fundamentais das populações sertanejas". (SILVA, 2008)

Verifica-se que a proposta de combate à seca e aos seus efeitos, que predominou durante quase todo o século XX, está atualmente em crise, tendo em vista que os seus fundamentos negam os princípios de

sustentabilidade. A matriz de pensamento relacionada à modernização econômica e tecnológica vem renovando seus discursos, incorporando a questão ambiental e uma maior atenção ao social, interpretando a sustentabilidade como sendo a durabilidade do desenvolvimento com base na eficiência tecnológica e na racionalidade produtiva. (SILVA, 2008)

Essa proposta envolve educação e formação básica, além de um projeto político participativo apropriado para o desenvolvimento da região, envolvendo os diversos setores da sociedade civil e governo, que inclui a gestão participativa dos recursos naturais, com prioridade para as questões hídricas e da manutenção da produtividade agrícola nos planos e ações.

2.4 Modelo de Gestão dos Recursos Hídricos para Brasil e o Ceara

O Brasil é um país privilegiado no que se trata de recursos hídricos superficiais, sub-superficiais e subterrâneos, pelas condições climáticas favoráveis com chuvas abundantes e regulares em boa parte do seu território, o que lhe confere um estoque de quase 15% do volume de água doce disponível no planeta.

O semiárido brasileiro, entretanto, não compartilha dessa abundância de recursos hídricos devido às suas características próprias, apresentando solos rasos e arenosos, com malha hidrográfica de desenho dendrítico com vales pouco profundos. A disponibilidade de água sub-superficial e subterrânea é comprometida pelas condições geológicas, muitas vezes conferindo à água altos teores de sais tornando-a imprópria para o uso humano e agrícola. Inserido nesse contexto, o Estado do Ceará tem a maior parte de seu território sobre o embasamento cristalino com condições climáticas sujeitas as irregularidades no espaço e no tempo, comprometendo a recarga dos aquíferos e submetendo a vazão dos rios à sazonalidade das precipitações.

Os eventos de secas severas impactam o desenvolvimento econômico e social das comunidades sertanejas e, desde o século XIX, obras contra as secas foram implantadas, mas sem resolver o problema de maneira contínua e duradoura, uma vez que as obras de infraestrutura hidráulica não foram suficientes para proteger o semiárido cearense das perdas econômicas geradas pelas mesmas. Em virtude dessas dificuldades o Estado do Ceará avançou muito em relação aos

modelos de gestão hídrica, servindo de base para a elaboração da nova legislação federal.

A história da gestão dos Recursos Hídricos no Brasil se inicia com o Decreto 24.643/1934, conhecido Código das Águas ou Lei das Águas, que tinha a missão de proporcionar o desenvolvimento agrícola e industrial, principalmente o uso das águas continentais para geração de energia elétrica, sem a preocupação com a disponibilidade dos recursos, pois ainda não havia questionamento sobre a abundância ou déficit dos recursos hídricos.

Em 1959, com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, que esteve em atividade até meados da década de 70, procurou-se conhecer o ambiente natural do semiárido e as relações com as estruturas socioeconômicas. Foi apresentada a urgência de uma mudança nos projetos e ações, demonstrando que os impactos sociais da seca resultam da falta de políticas eficientes de gestão dos recursos naturais. Os Estudos Integrados de Base apontaram para a necessidade de um planejamento espacial e a importância de estudos aprofundados sobre os recursos hídricos e o potencial agrícola da Bacia do Jaguaribe. Estes estudos só puderam ser realizados pela implantação de 1.800 postos pluviométricos e 230 fluviométricos. Assim, foi possível a realização dos Planos Diretores de Bacia, que auxiliam estudos e pesquisas de campo a respeito de recursos hídricos, bem como as condições de uso de áreas a serem aproveitadas.

No Ceará, os principais estudos realizados foram o Plano Diretor do Vale do Rio Curú e o do Rio Jaguaribe. Este último propôs a implantação dos Perímetros do Baixo Vale (25.000 ha.), Morada Nova (8.000 ha.) e Icó-Lima Campos (3.000 ha.). Os empreendimentos identificados nos Planos Diretores tinham seus estudos prosseguidos com maiores detalhes nos Projetos de Aproveitamento Hidroagrícola. Entre estes, destacam-se os projetos das áreas jusantes dos Açudes Forquilha, Ayres de Souza, Santo Antônio de Russas, Riacho do Sangue e Cedro. Acontece, então, a época de ouro da engenharia civil, principalmente no governo Juscelino Kubitschek, com as grandes obras de açudagem, das quais o marco para os cearenses foi a construção do Açude Orós. (SRH, 2009)

Nos anos 80 do século XX, as questões ambientais e sobre o controle das águas motivaram as discussões, inclusive nos debates internacionais, demonstrando a necessidade de um sistema integrado e descentralizado, uma

gestão participativa a nível de bacias hidrográficas e, a partir de então, a água passou a ser tratada como um bem de valor econômico. No ano de 1987, o Governo do Ceará criou a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), iniciando a política de gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. A Constituição de 1988 e a Lei 9.433/1997 modificaram a classificação quanto ao domínio dos recursos hídricos, buscando um consenso entre o uso e o aproveitamento das águas no país. Também procurou incentivar o controle do uso industrial, visando manter uma disponibilidade mínima exigida para a priorização do desenvolvimento econômico. (SRH, 2009)

Desde o início da década de 70 o Banco Mundial tem interesse em apoiar projetos de abastecimento no semiárido brasileiro. Em 1974, no Ceará, foi implantado o Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos - PROURB, como ação pioneira. Os resultados foram bastante positivos, destacando-se a criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, concebida dentro do projeto de planejamento integrado e participativo. O sucesso do projeto possibilitou sua implantação em outros estados do nordeste do Brasil.

O Programa de Desenvolvimento Sustentável dos Recursos Hídricos do Semiárido Brasileiro – PROÁGUA Semiárido foi outra ação do Banco Mundial, que apesar de receber críticas em seus resultados, colaborou com a modernização da infra-estrutura hídrica prioritária e serviu para o fortalecimento institucional da Secretária de Recursos Hídricos do Meio Ambiente, bem como os planos de bacias visando a formação de grupos organizados preocupados com a melhoria da relação entre o governo e a sociedade civil, surgindo os comitês de bacias.

O Projeto Áridas também é de fundamental importância, pois apresenta as prioridades estruturadoras que devem ser atingidas até 2020 com ações tenham efeitos socialmente positivos no emprego, na educação e na saúde. Trata de três frentes que são: a infraestrutura econômica que apóia a melhoria dos transportes, do turismo e de energia, a infraestrutura social com ênfase na educação, no saneamento e habitação e outras que trariam grande impacto econômico e social no que se refere à reestruturação fundiária e uma política de recursos hídricos claramente definida. (LIMA,1995) Essa política visava instalar de forma viável os agropólos com vistas ao mercado externo e que trouxeram, já nos anos 2010, o estabelecimento de um mercado sólido na exportação de frutas com produção

irrigada e tratada com manejo em conformidade com os padrões dos mercados internacionais.

A Lei 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, determinando, em seu artigo primeiro, que “a água é um bem de domínio público”. Essa legislação adota as recomendações gerais que sintetizam a experiência internacional para a gestão participativa dos recursos hídricos. (Banco Mundial, 1999)

Em 2006, com base na mesma lei, foi criado o Plano Nacional de Recursos Hídricos, tendo como principal objetivo dar um tratamento gerencial e participativo, enfatizando a prioridade da água para consumo humano. As discussões atuais são sobre as questões que se referem à dominialidade das águas superficiais e subterrâneas. A água, conforme a legislação atual é um bem público e pertence à União quando se acha armazenada em reservatórios federais e aos Estados quando represadas nos açudes estaduais. As transferências das águas entre Estados é outro assunto em permanente discussão, o qual o governo federal, através da sua Agência Nacional de Águas-ANA tem poderes para gerenciar. (SRH, 2009).

Pela necessidade urgente de um controle racional do uso da água, a instituição da cobrança pelo seu uso transforma o recurso em bem com valor econômico. Além do controle, a cobrança serve para gerar recursos para investimentos na gestão da água em cada bacia hidrográfica, tornando-se o principal meio de sustentação do novo sistema decisório descentralizado e participativo. Os Comitês de Bacias hoje são compostos pelos representantes dos poderes públicos federal, estadual e municipal, usuários e da sociedade civil. (SRH, 2009)

2.5. Indicadores Como Instrumentos de Apoio a Gestão

Os indicadores foram criados nos Estados Unidos nos anos 20 do século XX, logo após a Primeira Guerra, para demonstrar numericamente, a partir de coleta, análise e armazenamento de dados, as mudanças e os efeitos dos investimentos realizados na reconstrução dos países que sofreram danos econômicos e estruturais e os resultados dos programas de desenvolvimento propostos.

No âmbito da gestão dos recursos naturais, as diversas conferências sobre as questões ambientais impuseram o desenvolvimento de índices e indicadores que demonstrassem as intervenções do homem no meio e as questões de desenvolvimento econômico e social relacionadas.

Na gestão dos recursos hídricos, isso não é diferente, os indicadores, são necessários para poder planejar, de forma estruturada, os diversos fatores envolvidos na gestão, bem como controlar ações e resultados ensejados. (LUNA 2007).

Ao integrar os fatores sociais e ambientais nos modelos geoestatísticos é possível propor políticas públicas mais eficientes, sobretudo nas questões de acesso à água e saneamento e seus reflexos na saúde, no trabalho e no desenvolvimento das localidades.

As novas tecnologias e técnicas de análise de dados se mostram eficientes para tratar a complexidade dos problemas sociais, servindo de ferramenta de apoio à tomada de decisão, auxiliando os gestores no acompanhamento das ações com condições de avaliar a evolução dos processos e garantindo a compreensão e monitoramento das tendências, sendo bastante útil na identificação de dados relevantes. A inter-relação dos diversos componentes possibilita o entendimento dos processos envolvidos e proporciona uma visão de totalidade de um fenômeno. Segundo LUNA (2007), "O indicador pode ser entendido como uma medida que resume informações relevantes de um fenômeno particular e que deixa mais perceptível uma tendência".

O cruzamento das informações e a análise das tendências são considerados conhecimentos abstraídos e sintetizados da realidade para demonstrar, de forma simples e clara, as dinâmicas socioeconômicas que servirão de instrumentos na formulação e ajustes das políticas públicas (Figura 4).

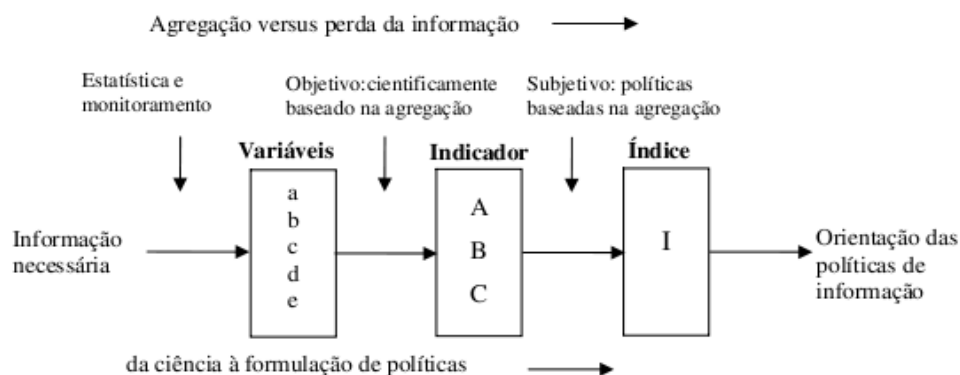


Figura 4 – Fluxo da informação para obtenção de um índice - Fonte: LUNA, 2007

Cenários podem ser apresentados e simulados a partir dos índices e indicadores, permitindo a definição de ações por sua capacidade de representar a realidade e verificar as tendências dos mesmos. Esses dados devem ser utilizados na gestão das políticas sociais e são reconhecidamente importante para as pesquisas.

O gerenciamento integrado dos recursos hídricos requer o uso apropriado dos índices e indicadores, pois considera vários fatores relevantes para o desenvolvimento humano, entre os quais: o uso doméstico, o uso para agricultura e indústria e água para manutenção da integridade ecológica. Estes fatores são muito complexos para serem traduzidos em uma linguagem simples. Os indicadores são a maneira mais apropriada de traduzí-los. O binômio água-pobreza tem imposto a necessidade de construção de instrumental analítico multivariado para uma visão integrada da diversidade de elementos envolvidos nesse processo (LUNA 2007). As informações tratadas devem oferecer elementos para ações atuais e futuras na perspectiva da sustentabilidade, garantindo o estoque e acesso e promovendo melhorias na qualidade de vida das comunidades locais.

A importância dos indicadores para o planejamento estratégico e para a tomada de decisão está na sua capacidade de sintetizar e representar diferentes realidades, permitindo a observação das relações entre as variáveis, sua relevância e significância através suas correlações, que fazem parte das análises de acordo com o objetivo da aplicação. Podemos dizer, então, que os indicadores são

capazes de traduzir fenômenos complexos; auxiliar no acompanhamento temporal destes fenômenos de forma sintética (Figura 5) (LUNA, 2007).

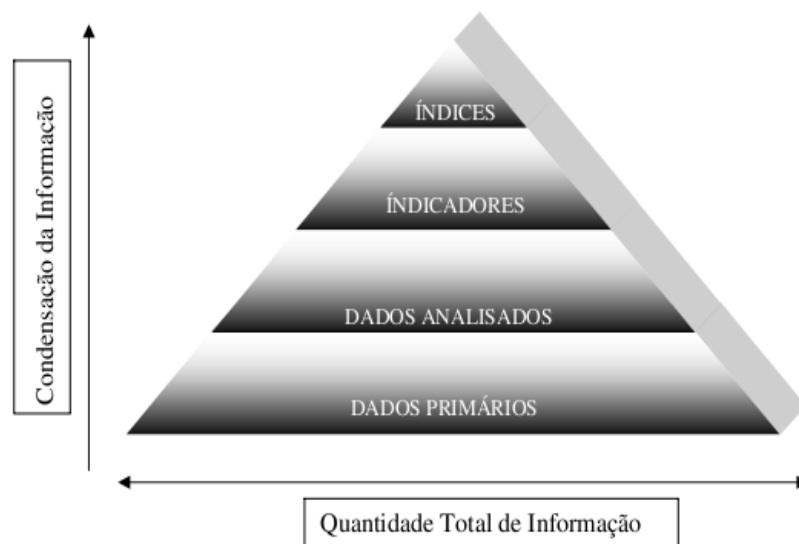


Figura 5. Pirâmide da informação.

Figura 5: Pirâmide da Informação – Fonte: LUNA, 2007

Para uma análise da realidade através de indicadores, pressupõe-se que os dados compilados são relevantes para aquela situação particular. As ferramentas utilizadas no tratamento dos dados ganharam credibilidade com a automatização dos processos de tabulação de dados e apresentação dos resultados, ganhando rapidez e clareza na informação. As tecnologias da computação colaboram com as novas técnicas de análise multivariada na solução de problemas e tornam possíveis as ações de intervenção pela capacidade de processamento disponível a baixo custo.

Os indicadores socioeconômicos como o Produto Interno Bruto - PIB, o Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviço - ICMS e o Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM são exemplos de índices que apresentam as condições de desenvolvimento social econômico da região, sendo amplamente utilizado nos modelos ou sistemas de apoio à decisão aplicados sobre os dados.

Para o Estado do Ceará, em 2006, o IDM médio foi calculado em 28,24 e os municípios selecionados mostraram índices bastante inferiores sendo, dois deles, os menores do estado.

Os indicadores ambientais têm sido mais utilizados em razão da melhoria da qualidade dos produtos de sensoriamento remoto, como as imagens de alta resolução, a possibilidade de trabalhar com imagens de livre acesso através do site do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE e outras facilidades advindas da Internet, como o sistema “Google Earth” e “Google Maps”, que popularizaram as aplicações de imagens de satélite para o cotidiano das pessoas com acesso à Internet. Entre os avanços da informática, podemos destacar o aumento da capacidade de processamento e armazenamento a baixo custo, possibilitando o uso de recursos de alta tecnologia no dia a dia. Todos esses recursos colaboram para o melhor reconhecimento e tratamento das informações que podem ser representadas de forma espacial. Utilizando recursos mais sofisticados, é capaz de proporcionar o monitoramento preciso e eficiente dos dados da superfície associados aos dados climáticos, balanços de energia, vazão dos rios e qualidade de água, entre outras possibilidades de aplicação com acesso livre ao público.

A partir dos anos 1990, surgiu o interesse no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade por parte de vários setores do governo e da sociedade civil, institutos de pesquisa e universidades que, em todo o mundo, tentavam soluções prevendo os impactos sociais relacionadas às catástrofes advindas dos eventos climáticos extremos como as secas e enchentes. Neste contexto no ano de 2001, a United Nations propõe o desenvolvimento de índices para apoio a gestão dos recursos hídricos, sendo que, no ano 2000, os pesquisadores do Oxford Center Water Research (OCWR) já estavam desenvolvendo as aplicações do Índice de Pobreza Hídrica (IPH) a nível mundial. Inicialmente, o IPH foi aplicado em países africanos, asiáticos e depois a aplicação foi ampliada ao nível global, construindo um *ranking* dos resultados entre eles; este estudo foi publicado em Keele Economics Research Papers no ano de 2002. Nas conclusões, a equipe acredita que esse é o primeiro passo no sentido de medir o desenvolvimento humano e econômico e a água. Em 2005, a equipe dispunha de experiências que lhes permitiu adaptar o índice e foi definida uma metodologia para sua aplicação a nível local. A metodologia do IPH vem sendo adaptada conforme apresenta distorções e de acordo com as particularidades de cada local. Esse índice continua sendo aplicado em outras regiões da Terra, onde a atenção está direcionada às áreas áridas e semiáridas para apoiar as ações relacionadas à manutenção da fertilidade dos solos

e promoção da sustentabilidade dos ecossistemas num efetivo combate aos processos de desertificação.

Ao propor indicadores para análise dos recursos hídricos, é necessária prudência na apresentação das análises de resultados e suas respostas, pois elas podem mostrar tendências que não refletem a realidade. Por tratarem de informações de diversos tipos, os indicadores de abordagem holística ou integrada se distanciam dos instrumentos meramente quantitativos, sem prescindir da importância desses. Assim, os dados da hidrologia básica apenas conseguem descrever o estado de um recurso, seu volume e outras variáveis quantitativas, sendo este o uso para estatística mais comum. A partir das referências de determinado local é possível obter medidas regulares em uma série temporal, as quais podem mostrar tendências que visam o funcionamento do sistema hidráulico e possíveis propostas para o gerenciamento, sem, contudo considerar dados biofísicos importantes. Por ser uma medida de referência e por tratar das médias, não representa um estado que descreve a realidade e não dá respostas quando se pretende montar os cenários, então não é possível alcançar a precisão para criar tendências utilizando-se os valores médios simplesmente com base em séries temporais.

Pela importância em definir conceitos e conhecer os diferentes níveis de estoque e acesso à água, muitos estudos se preocuparam em desenvolver medidas que pudessem auxiliar na tomada de decisão e propor soluções realmente eficientes e eficazes com efeitos de longa duração.

O Indicador de Estresse de Água de Falkenmark, também chamado de Índice de Estresse Hídrico, apresentado em 1989 pela hidróloga sueca Malin Falkenmark, apresenta a escassez como a relação entre disponibilidade de água e população humana (disponibilidade/habitante/ano), sendo mais utilizado em escala nacional. Aponta que a oferta de recursos hídricos para o atendimento das necessidades humanas não pode ser inferior ao patamar de 1.700 m³/pessoa/ano. Como este indicador trabalha com dados nacionais anuais, esconde importantes dados de escassez para escalas menores, uma vez que não considera a infra-estrutura hidráulica, que modifica a disponibilidade de água e não reflete importantes variações locais e regionais na demanda, tais como: estilo de vida, clima, cultura. Valores relacionados ao alerta de escassez hídrica das necessidades humanas básicas de água, ou seja: alerta de escassez hídrica quando o volume se

apresentar em torno de 1.700 m³ / hab.ano; eventos de seca crônica se referem ao volume mínimo de 1.000 m³ / hab.ano; ressaltando que os patamares inferiores a 1.000 m³/hab/ano demarcariam a condição de escassez de água (Chronic Water Scarcity) e a escassez hídrica absoluta 500 m³ / hab.ano, referindo-se ao estado de penúria hídrica absoluta (Absolute Water Scarcity). A noção de stress hídrico, convive com variados graus de concordância e antagonismo com outras formulações. De um ponto de vista quantitativo, é extremamente difícil, por exemplo, adotar um padrão que contemple a heterogeneidade de situações vivenciadas pela humanidade nas diversas regiões do globo e suas peculiaridades climáticas, onde a convivência com os eventos de seca em terras áridas e semiáridas indica grande contingente humano sob escassez ou penúria hídrica. Com o objetivo de adaptar as condições regionais, o Índice de Estresse Social da Água foi criado para atualizar o Indicador de Falkenmark, considerando, além dos dados que o compõem, também a capacidade de adaptação das comunidades ao estresse por meios econômicos tecnológicos. (MAGALHÃES JR, 2003; RIBEIRO, 2008).

O Índice de Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos propõe uma avaliação mais precisa da demanda, relacionando o suprimento de água nacional à demanda. Assim, para este índice, a escassez é calculada pelo total anual de retirada como uma porcentagem da disponibilidade dos recursos hídricos. Esse índice não demonstra o quanto do volume disponível é utilizado para consumo humano e a quantidade de água utilizada pelos sistemas agropecuário e industrial, o reuso e a capacidade de adaptação das comunidades (RIBEIRO, 2008; LUNA 2007).

Os Indicadores de Sustentabilidade dos Recursos Hídricos foram desenvolvidos pelo Projeto Áridas e procuram retratar a situação dos recursos hídricos, utilizando como variáveis o potencial hídrico das unidades de planejamento e a disponibilidade hídrica de cada uma delas. Para estabelecer o *potencial hídrico* é necessária a quantificação dos recursos hídricos sem considerar os usos e a disponibilidade potencial, considerando as ações humanas na construção de obras hidráulicas como as barragens e os poços. (LUNA 2007).

O Índice de Estresse Hídrico

Desenvolvido no Projeto Waves, considera a escassez hídrica para quatro cenários de mudanças globais construídos segundo diferentes características de desenvolvimento regional e mudanças climáticas globais (ARAÚJO, 2005). O Índice de Estresse Hídrico é calculado entre demanda e oferta de água. A simulação do uso é realizada através do Modelo de Uso da Água no Nordeste – NoWUM, considerando o impacto das mudanças globais e dos modelos de gestão. (LUNA 2007).

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH)

Modelo holístico para avaliar se os indivíduos possuem água segura (em quantidade e qualidade satisfatória) para uso doméstico e da comunidade. Este índice tenta refletir a disponibilidade física da água, como a população é servida por essa água e a manutenção da integridade ecológica. Existe uma tendência à sua utilização em detrimento a outros em razão do seu caráter holístico.

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foi desenvolvido a partir de uma metodologia interdisciplinar, que trata informações quantitativas e qualitativas para uma compreensão mais ampla sobre a disponibilidade de água e o bem estar social das populações residentes em áreas secas, de modo a gerar informações que promovam o desenvolvimento das comunidades no contexto da sustentabilidade. O IPH permite identificar e estimar como a escassez hídrica afeta a qualidade de vida e a economia local, podendo ser aplicado na supervisão e monitoramento dos recursos hídricos, sendo um importante instrumento de apoio ao planejamento e gestão da água (SULLIVAN, 2003) de imprescindível utilidade no semiárido cearense.

O IPH é calculado a partir de cinco componentes: recurso, acesso, capacidade, usos e ambiente. Cada componente, por sua vez, é calculado a partir de variáveis selecionadas para sua composição. Os dados tratados pelas componentes podem ser quantitativos, quando se referem ao volume do recurso, a disponibilidade, os tipo de uso, as perdas de safras por eventos de seca e os dados para a componente capacidade, que são compostos por dados socioeconômicos. Esses exemplos utilizam os dados secundários disponíveis nas bases de dados dos órgãos responsáveis. Para a composição da componente acesso, além de dados quantitativos, os questionários semi-abertos, trazem mais informações sobre o

cotidiano dos moradores das comunidades. Desse modo, o IPH é construído pelos os dados primários, que serão coletados em pesquisa de campo, enquanto que outros dados serão coletados de bases de dados dos órgãos governamentais.

O cálculo do Índice de Pobreza Hídrica foi desenvolvido por Sullivan e sua equipe do Oxford Centre for Water Research (OCWR) no ano 2000 e aplicado em vários países da África, Ásia e América do Sul. Para sua aplicação no semiárido brasileiro, foi necessário um ajuste na componente recurso, pois na construção do indicador a nível local foi detectado um desvio que influencia no resultado da componente. Dessa forma, os recursos superficiais e subterrâneos foram associados aos usos e passou a denominar-se Componente Disponibilidade. Esse ajuste foi proposto por Luna (2007) na aplicação do IPH na Sub Bacia do Rio Salgado.

Na construção do IPH conforme a metodologia utilizada por Sullivan (2000, 2003) e por Abraham (2005) são considerados 5 elementos fundamentais: recurso, acesso, capacidade, uso e ambiente. Estas variáveis são compostas levando em conta os fatores mais relevantes de sua categoria e que devem ser tratados e normalizados para que seus resultados reflitam a realidade e sirvam de apoio à gestão dos recursos, colaborando para que a gestão seja eficiente e para apresentar de forma mais clara os resultados representados graficamente. Elas deixam evidente a situação das relações entre os elementos mencionados e como se refletem na sociedade, visando propor ações prioritárias e o monitoramento de metas planejadas.

A composição do IPH se dá através da média ponderada calculada para cada componente a partir de seus sub-componentes (variáveis). Cada valor encontrado deve estar em um intervalo unidimensional de 0 a 100. Uma nova média ponderada será igual ao valor final do IPH. Esses dados podem ser expressos em um gráfico que apresenta, de maneira bastante clara, informações de grande complexidade, mas visualmente compreensíveis pelos gestores, uma vez que evidenciam as diferenças entra as localidades estudadas comparando os seus valores e sua situação para cada componente e apontando as localidades e componentes que necessitam de intervenções mais urgentes (SULLIVAN, 2003; ABRAHAM, 2006).

O cálculo requer dados sobre os recursos hídricos como o acesso, a capacidade de gerenciamento destes recursos e sua relação direta com os indicadores econômicos e considera, ainda, os conflitos pelos diversos usos da

água. Trata da relação de gênero sobre a gestão do uso e distribuição da água, haja vista o grande número de mulheres envolvidas na coleta e na gerência do uso doméstico da água. Muitas vezes, a quantidade de água coletada está bem abaixo da média mínima que é proposta para garantir a segurança hídrica. A qualidade da água e as condições de acesso são importantes elementos que devem ser considerados; a cobertura residencial de água encanada e serviço de esgoto com tratamento também são variáveis que podem ser utilizadas (Quadro 2).

| componente | definição |
|------------|---|
| Recursos | Disponibilidade física da água superficial e subterrânea, considerando as variações de quantidade e qualidade total de água. Variáveis envolvidas: disponibilidade da água superficial e subterrânea, variações e segurança do abastecimento de água, qualidade da água. |
| Acesso | Nível de acesso para uso humano. Considera a distância percorrida para atingir a fonte de água "potável", incluindo o tempo gasto no caminho e na extração da água, a relação doméstica com a água. O acesso considera, além do uso doméstico, os usos agrícolas e industriais. Variáveis envolvidas: acesso a água potável, fontes, açudes, poços, cisternas, carros-pipa, conflitos relacionados ao uso da água, sistema de eliminação de dejetos humanos, quantidade casas com água e esgotos tratados, água para irrigação. |
| Capacidade | Trata da capacidade de manejo efetivo dos recursos, que permita, através das relações com a água, que se tenha acesso à saúde, educação e aos bens duráveis. Está diretamente relacionado às condições econômicas e sociais das comunidades residentes. Variáveis envolvidas: população, gastos com bens duráveis (itens de conforto), taxa de mortalidade infantil, educação, existência e participação em associações de usuários de água (comitês de bacias - no caso cearense). |
| Uso | Considera-se a eficiência da utilização do recurso nos diferentes setores, como o uso doméstico, o uso na agropecuária e na indústria. Variáveis envolvidas: uso da água em domicílios, uso da água na agricultura, uso da água para pecuária, uso da água na indústria. |
| Ambiente | Integridade ambiental relacionada à água, produtividade agrícola em relação ao uso dos recursos naturais e a degradação do solo. Variáveis envolvidas: biodiversidade, áreas protegidas, erosão dos solos. |

Quadro 2. Definição das componentes do Índice de Pobreza Hídrica (IPH). Fonte: SULLIVAN (2000) e ABRAHAM (2006) adaptado

Todas essas componentes são significativas para o entendimento das relações entre as comunidades locais e o ambiente onde estão inseridas. A fragilidade das áreas semiáridas e a densidade populacional se refletem nas condições socioeconômicas e ambientais, que se estabelecem pelo binômio pobreza-água.

A problemática ambiental pela exaustão das terras, resultado do mau uso, tende a agravar a situação de pobreza em virtude das perdas econômicas relacionadas aos eventos de seca ou mesmo pelos avançados níveis de degradação. O avanço da pecuária pelos sertões impactam os solos compactando-os pelo pisoteio, dentre as áreas de cultivo e muitas áreas já apresentam perdas de produtividade, que aumentam ano a ano. Mesmo nas áreas irrigadas, muitos danos aos solos podem acontecer, uma vez que nem sempre as técnicas utilizadas são adaptadas às condições locais, provocando danos aos solos. Essas questões não podem ser analisadas isoladamente, de modo que se fez necessária a adequação da componente Ambiente.

A necessidade de um ajuste da metodologia de Sullivan (2000, 2003) para o cálculo em nível local se dá pela dificuldade da espacialização dos dados para a produção cartográfica das variáveis estabelecidas, pois, para ao nível nacional, a complexidade das variações ambientais são tratadas em uma escala macro.

A aplicação do IPH serve para compor pesquisas de ordem socioeconômicas e ambientais como instrumento que dá condições para a compreensão da importância da água como vetor de desenvolvimento humano. O Programa de Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía em América del Sur utilizou esse índice para compor os Indicadores de la Desertificación para América del Sur aplicado ao nível local na Argentina, no Departamento de Lavalle, na Província de Mendoza.

Para a aplicação, os ajustes se fazem necessários em virtude da diversidade da natureza e escala dos dados e como proposta para a adaptação foram apresentadas as Unidades Ambientais de Referência (UAR) que representam os tipos de ecossistemas encontrados. Para a produção de um diagnóstico mais detalhado dos ecossistemas e dos usos da terra, considerando as condições de suporte biofísico e da utilização dos recursos hídricos o IPH, foi aplicado em uma de produção em terras úmidas e outra com a produção em sequeiro. A comparação dos resultados das duas áreas serviu de base para demonstrar as diferenças socioeconômicas das comunidades (ABRAHAM, 2006). Não foi necessário um ajuste metodológico no modelo original de Sullivan (2002). Apenas a contraposição de dados na análise e alguns ajustes nas variáveis tratadas nas componentes de IPH foram suficientes para atingir os objetivos do estudo. Vale ressaltar que o IPH serviu para compor um indicador de desertificação para a América Latina, servindo

como um parâmetro de análise dentre outros que serviram para finalizar o indicador de desertificação.

O critério utilizado para a construção do IPH é que o valor máximo geral esteja entre o intervalo de 0 a 100, calculado pela da média ponderada dos cinco componentes após os ajustes das unidades. Quanto maior o valor do resultado do cálculo, mais crítica a pobreza hídrica da localidade. A ponderação dos subcomponentes pode ser necessária dependendo da importância de cada variável em particular.

Os resultados de cada componente são obtidos através da media ponderada, que por sua vez participam do calculo do IPH, conforme as fórmulas adiante descritas.

O cálculo matemático do IPH combina esses 5 elementos através da seguinte expressão geral:

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^N w_i X_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Onde o WPI é o IPH para uma localidade específica “X” e o seu componente “i” da estrutura do IPH para esta localidade; “w” são os pesos aplicados ao componente. O cálculo deve ser repetido para todos os componentes, calculando cada um dos sub-componente (variáveis); os componentes irão ser combinados para compor o IPH. Todos os componentes enumerados devem ser calculados pela expressão:

$$WPI = \frac{wrR+waA+wcC+wuU+weE}{wr+wa+wc+wu+we}$$

Os valores máximos e mínimos são os valores originais para a localidade e, ajusta-se os valores médios para que o resultado se encontre no intervalo entre 0 e 100, sendo os piores valores os que estão mais próximos de zero e os melhores o mais próximo de 100. Algumas informações estão expressas em porcentagem. Para esses casos utiliza-se diretamente o valor, já que estas variáveis devem ser combinadas com outras informações que estão expressas em números reais. Dessa forma, é preciso tratar os valores numéricos para que possam ser trabalhados no cálculo das médias de cada componente (SULLIVAN, 2005).

Para o desenvolvimento do IPH para o semiárido brasileiro, uma adaptação metodológica foi proposta por Luna (2007), que teve como área de pesquisa a Bacia do Rio Salgado (uma sub-bacia da Bacia do Rio Jaguaribe) que está localizada ao sudoeste do Estado do Ceará e é composta de 23 municípios com grandes diferenças no que diz respeito ao desenvolvimento socioeconômico. Após o tratamento e a padronização das informações pelo recurso estatístico de média ponderada para o cálculo final do índice, optaram por considerar todas as variáveis com mesma importância (peso 1).

Para que o IPH revele a realidade de da relação entre disponibilidade e demanda, acesso e capacidade econômica, cada componente deve ser analisada com cautela e com uma abordagem integral para evitar que o resultado não represente a realidade. A componente Recurso, dependendo do volume de água disponível em um grande reservatório de um município da bacia pode interferir no resultado, mascarando a realidade:

Na bacia do Salgado existe um grande volume de água aduzido para o projeto de irrigação Icó-Lima Campos, o que eleva a disponibilidade dos recursos superficiais para o município de Icó, fator esse que pode mascarar a existência ou não de déficit para abastecimento desse município e dos demais e interferir no cálculo dos indicadores. Desta forma seguiu-se parcialmente a linha de desenvolvimento do IPH, Sullivan (2002). Sendo utilizados quatro indicadores ao invés dos cinco propostos no conceito inicial do IPH. Os indicadores recurso e uso, devido a algumas particularidades da região, foram trabalhados em conjunto, sendo denominado Indicador de Disponibilidade. - Indicador Disponibilidade: Corresponde aos recursos superficiais e subterrâneos disponíveis na região, bem como a sua variabilidade e confiabilidade subtraídos das demandas industrial e de irrigação. LUNA (2007).

Os fatores biofísicos evidenciam o esgotamento das terras produtivas, condicionando as populações locais a níveis críticos de pobreza (SOUZA, 2006). Apenas o ajuste na ponderação das variáveis não se mostra suficiente para refletir a realidade ambiental da área de estudos. A pressão antrópica sobre os recursos naturais, devido ao seu processo produtivo baseado na pecuária extensiva e a na agricultura de subsistência baseada em técnicas rudimentares que impactam negativamente na qualidade e produtividade dos solos, se reflete em todo o desenvolvimento social das comunidades.

Como a manutenção da cobertura vegetal é um fator preponderante na preservação do solo, os atributos relativos composição da caatinga, como porte e

densidade, se é uma mata nativa ou recomposta, são indicativos facilmente observáveis em campo, observa-se se no campo se ainda prevalece a mata arbórea e arbustiva ou se houve desmatamento e queimada para a instalação da agricultura ou pasto.

As classes de solo associados à vegetação, a declividade do terreno que afeta o escoamento laminar e tende a acelerar os processos erosivos. Esses processos erosivos, são analisados de acordo com as classes de erosão, podendo ser uma erosão natural ou provocada pelo manejo ineficiente, desequilibrando ambientes anteriormente estáveis para esta variáveis, considera-se o grau de erodibilidade (OLIVEIRA and SOUZA, 2003). Cada nova variável introduzida no modelo é caracterizada de acordo com cada unidade geocológica e tem a finalidade de localizar as potencialidades e limitações para o uso da terra (Quadro 3).

| componente | sub-componentes (variáveis) |
|-------------------|--|
| Disponibilidade | Disponibilidade da água superficial e subterrânea, qualidade da água - uso da água em domicílios, média consumo litros/per capita, subtraindo a água de irrigação, uso da água para pecuária, uso da água na indústria. |
| Acesso | Acesso a água potável, tempo gasto na coleta, % de mulheres envolvidos na coleta, % de residências com serviço e água e esgoto, % residências abastecidas com água de fonte particular, conflitos relacionados ao uso da água. |
| Capacidade | PIB <i>per capita</i> , % de moradores que concluíram o ensino fundamental, taxa de mortalidade infantil, ocorrência de diarreia, coeficiente de desigualdade GINI. |
| Ambiente | Os atributos relativos à caatinga (número espécies, porte e densidade das matas, se é uma mata nativa ou recomposta, se prevalece a mata arbórea e arbustiva ou se houve desmatamento e queimada para a instalação da agricultura ou pasto), as classes de solo associados à vegetação, a declividade do terreno, erosão laminar e as classes de erosão (natural ou provocada pelo manejo ineficiente) e o grau de erodibilidade e o Índice de Aridez. |

Quadro 3. - Componentes e subcomponentes para cálculo do Índice de Pobreza Hídrica para o Semiárido Brasileiro e a adaptação na componente Ambiente - Fonte: SULLIVAN 2000, 2003 – adaptado para as condições do Semiárido Brasileiro por Luna (2007) e a adaptação proposta na componente Ambiente (SOUZA and OLIVEIRA, 2003)

DISPONIBILIDADE

A componente Disponibilidade trata diretamente do volume de água superficial e subterrânea, considerando a qualidade da água e subtraindo as demandas industriais, agrícolas e para pecuária.

A pluviosidade e o balanço hídrico para avaliação da recarga dos aquíferos e sua influencia na vazão dos açudes e o nível do lençol freático, embora sejam atributos de grande relevância para o cálculo da componente, são atributos que estão embutidos no volume atual de água estocada nos açudes. A água superficial é representada pelos reservatórios, uma vez que não temos nenhum trecho de leito de rio perenizado e o escoamento superficial é sazonal. Essa sazonalidade influi diretamente na qualidade da água. A existência de poços em grande número pelo semiárido cearense não assegura qualidade no abastecimento pelas suas condições hidrogeológicas, que conferem altos índices de sais nas águas subterrâneas. Para a construção da componente foram utilizados dados sobre o volume dos reservatórios, adutoras, poços (PLANERH 2007) e cisternas (Projeto Caritas).

ACESSO

A componente acesso envolve não apenas o tempo e a distância necessários para a coleta de água potável, como também considera a porcentagem de mulheres e crianças envolvidas na coleta, uma vez que essa tarefa impede as mulheres de participarem de outras atividades produtivas, além de trazer problemas de saúde e de aprendizado às meninas envolvidas com a mesma. Também considera o número de domicílios com água encanada e o uso do carro-pipa, que, de acordo com a Defesa Civil, atende apenas uma faixa de aproximadamente 2 km no entorno da sede municipal. Para compor o indicador, localizamos as comunidades do entorno que foram servidas por carros-pipa nos últimos 5 anos. Os dados para compor a componente acesso foram coletados em campo e outros foram obtidos junto a COGERH e a Defesa Civil.

CAPACIDADE

A componente Capacidade trata das condições econômicas das comunidades residentes na área em estudos, considerando principalmente as atividades produtivas que demandam de água. A importância desta componente está em representar os impactos relacionados à escassez hídrica e o desenvolvimento social das comunidades das áreas semiáridas. O estilo de vida, as condições econômicas, o desenvolvimento regional e as condições econômicas dos atores locais envolvidos nos diversos usos, devem possibilitar a classificação e a hierarquização das demandas locais pelo recurso, priorizando o uso humano. Dessa forma, a gestão participativa representa um nível de amadurecimento das partes envolvidas na gestão da água. a presença do Comitê de Bacias é indicador de integração dos diversos setores da sociedade, envolvendo todos os interessados numa eficiente distribuição e no estoque de segurança do recurso de modo formal. Foram utilizados os indicadores socioeconômicos para a construção da componente, tais como: o PIB *per capita*, a taxa de escolaridade, mortalidade infantil, ocorrência de doenças como a diarreia relacionadas a qualidade da água e o coeficiente de desigualdade para os municípios (GINI). Os dados em sua maioria foram obtidos no Perfil Básico Municipal do ano 2008 (IPECE, 2009)

AMBIENTE

A componente Ambiente traz um ajuste metodológico pela importância desse item como suporte aos ecossistemas e a sociedade. A importância está em retratar o uso exagerado dos recursos naturais, incluindo a forte degradação presente em algumas áreas de importância, como as áreas das nascentes. Esse estudo procurou evidenciar os impactos da pressão das comunidades sobre o meio no semiárido cearense.

As áreas áridas e semiáridas apresentam ecossistemas muito frágeis e vulneráveis à pressão antrópica, uma vez que estas áreas apresentam grande contingente humano com dificuldades na manutenção de um processo produtivo sustentável. Desse modo, as atividades extrativistas e extensivas empreendidas são vetores que aceleram os processos de degradação ambiental, tendendo à desertificação em algumas faixas de terra. Esses fatores têm relevância nas

questões socioeconômicas, levando as comunidades a situações de privação e pobreza, representando um impedimento para o desenvolvimento local, pois, com os recursos naturais reduzidos e a população em constante crescimento, o desequilíbrio do ecossistema é inevitável.

A proposta de detalhamento das variáveis da componente Ambiente se tornaram necessárias por que as áreas deste estudo se encontram em situações críticas, fazendo com que essa componente seja de grande importância, inclusive pela relação direta entre o desenvolvimento econômico e os processos produtivos historicamente instalados.

Para que a pesquisa refletisse mais fielmente a realidade, lançou-se mão de uma análise integrada da paisagem, na qual as características biofísicas, geomorfológicas e climáticas são consideradas.

Pela análise apoiada na compartimentação dos sistemas ambientais (SOUZA, 2000), conforme a Ecodinâmica de Tricart (1977), utilizamos os níveis de vulnerabilidade aplicados aos estudos da dinâmica ambiental para o semiárido cearense considerando as interações entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos, conforme a evolução das unidades geoambientais. A classificação proposta é apresentada a seguir:

Ambientes estáveis: apresenta, estabilidade morfogenética antiga em função da fraca atividade erosiva, favorecendo a 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: na dinâmica atual do ambiente predominam os processos morfogenéticos ou processos pedogenéticos; se predomina a pedogênese, encontramos os meios estáveis; onde predomina a morfogênese, encontramos os meios instáveis.

Ambientes fortemente instáveis: apresentam uma intensa atividade do erosiva, acelerando a degradação dos ambientes e diminuindo a capacidade produtiva das terras, provocando impactos negativos na paisagem.

Outros conceitos são necessários ao entendimento da dinâmica da paisagem. O manejo adequado das lavouras, dos pastos e das matas nativas condicionam a sustentabilidade ambiental. O uso e a ocupação desordenada são fatores que merecem atenção, pois a produtividade depende da forma como o processo de produção é praticado.

A sustentabilidade das unidades geoambientais se classifica 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 (SOUZA, 2000). Com base nestas informações, estabeleceram-se as seguintes categorias :

Sustentabilidade Muito Baixa – Áreas onde a capacidade produtiva é mínima e onde os efeitos da degradação ambiental se apresentam praticamente irreversíveis, pelo desmatamento e ao mau uso dos solos, além do déficit hídrico na maior parte do ano;

Sustentabilidade Baixa – Áreas que apresentam limitações quanto à capacidade produtiva, incluindo-se o pequeno potencial dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a irregularidade pluviométrica, um balanço hídrico negativo durante quase todo o ano, os solos rasos e a baixa fertilidade natural;

Sustentabilidade Moderada – Áreas que apresentam razoável capacidade produtiva e apresentam potencial hídrico satisfatório, dispendo de boa quantidade de água acumulada; com a possibilidade de utilização das águas subterrâneas; chuvas regularmente distribuídas e solos moderadamente profundos, com fertilidade natural de média a alta, apresentando um bom estado de conservação por parte da cobertura vegetal primária ou secundária.

Erosão e o Grau de Erodibilidade

Considerado um fenômeno natural com conseqüências desastrosas sobre a fertilidade e manutenção dos solos, a erosão é responsável pela perda de grandes agriculturáveis no mundo inteiro. A erosão geológica é tão antiga quanto a idade da terra e é causada pela ação do intemperismo eólico e hidráulico que age diretamente na remoção da camada do solo (solo agrícola), para tratar com mais propriedade as questões sobre os processos de degradação dos solos, para este estudo fatores como a declividade do terreno, a espessura do solo e a erodibilidade, fazem parte das variáveis observadas para a construção da componente Ambiente. A análise proposta trata das potencialidades erosivas e seus impactos devido ao modelado do terreno e o manejo dos solos.

Processos erosivos ocorrem de forma moderada em um solo coberto, sendo esta erosão chamada de geológica ou normal. Ao remover a vegetação nativa para expansão da agricultura ou da pecuária inicia-se o processo de erosão, nas áreas semiáridas o arraste de partículas constituintes do solo se dá pela ação da água e do vento, além da própria erosão geológica ou normal. A erosão pela água desagrega e transporta o material erodido com grande facilidade, as gotas de chuva ao impactarem um solo desprovido de vegetação desagregam partículas que, conforme seu tamanho são facilmente carregadas pela enxurrada. Na área erosão pela água apresenta-se nas seguintes formas:

Erosão Superficial ou laminar: desgasta de forma uniforme o solo. Em seu estágio inicial é quase imperceptível, já quando avançado o solo torna-se mais instável, propícios aos processos de erosão mais fortes.

Erosão em Sulcos: canais ou ravinas; apresentam sulcos sinuosos ao longo dos declives, estes formados pelo escoamento das águas no terreno. Uma erosão superficial pode evoluir para uma erosão em sulcos, o que não indica que uma iniciou em virtude da outra. Vários fatores influem para o seu surgimento, um deles é o cultivo em áreas de declive, resultando em desgaste, empobrecimento do solo perda de solos.

3. CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

Para a escolha da área de estudo foram considerados os indicadores socioeconômicos que apresentaram valores representativos de baixo desenvolvimento socioeconômico e a importância da preservação do bioma caatinga remanescentes na área, devido à forte pressão exercida pela população sobre os recursos naturais.

Embora os limites políticos e administrativos não representem a extensão do bioma, foi necessário que o estudo estivesse baseado nesta divisão em virtude dos dados socioeconômicos que são assim demonstrados. Deste modo, o estudo compreende os municípios Crateús, Independência, Parambú, Quiterianópolis, Novo Oriente e Tauá. Dentro da área estão abrangidas duas importantes micro-bacias nas porções superiores das bacias do Rio Poti (município de Quiterianópolis) e do Rio Jaguaribe (município de Tauá). Este estudo deve apoiar ações de recuperação e de manejo para a manutenção da diversidade biológica e a produtividade dos solos.

Parte da área abriga as nascentes da Bacia do Alto Jaguaribe, no município de Tauá, onde nascem os riachos Trici e Carrapateiras que irão originar, em sua confluência, o Rio Jaguaribe e abastecer sua bacia hidrográfica. A Bacia Hidrográfica do Jaguaribe nasce de pequenos riachos intermitentes nas áreas altas no município de Tauá, no Sertão dos Inhamuns e transforma-se na mais importante bacia hidrográfica do Estado do Ceará, banhando mais de 50% (cinquenta por cento) do Estado.

O Rio Poti, participa de uma importante sub-bacia da Bacia do Rio Parnaíba, a Sub-bacia Hidrográfica do Alto Rio Poti, que ocupa área de 16.901 km², onde nascem os rios Poti e Macambira, incluindo o conjunto de sub-bacias pertencentes à bacia dos rios Longa-Pirangi. É a única das bacias principais não integralmente contida no Ceará. Suas águas também interessam ao estado do Piauí. Representa cerca de 5% da área de contribuição do rio Parnaíba entre os estados do Piauí e Maranhão. Abrange áreas dos municípios de Crateús, Independência, Novo Oriente e Quiterianópolis, com área aproximada de 8.277,16 Km². O rio tem suas nascentes principais no município de Quiterianópolis e outras nos limites de Quiterianópolis com os municípios de Parambu e Tauá, alimentadoras de riachos de grandes fluxos como o Bonsucesso, Três Irmãos, Cardoso, Independência, Contendas, dentre outros, que ajudam a constituir o Poti na região cearense (Figura 21).

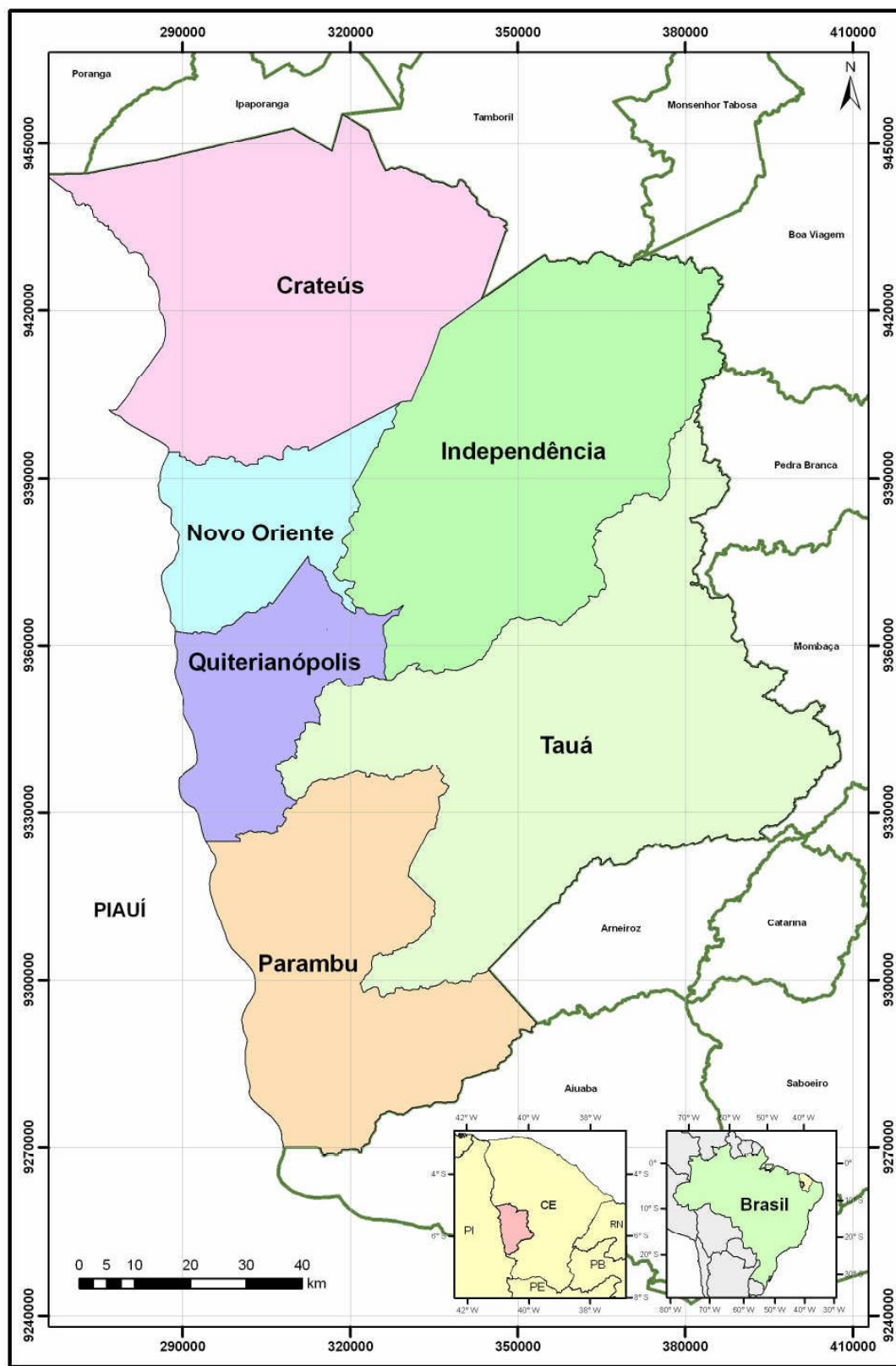


Figura 6 – Mapa de localização da área de estudos Fonte: a autora, 2010.

De acordo com o relatório técnico do Projeto Mata Branca (Banco Mundial – CONPAM/CE), em suas análises preliminares foram utilizados produtos de sensoriamento remoto que forneceram informações sobre o uso e ocupação da área. Através das mudanças espectrais foi possível sistematizar a distribuição das unidades ambientais e as suas condições de uso e ocupação. Essa atividade laboratorial serviu de base para a execução das atividades de campo para verificar em campo as distintas unidades delimitadas na interpretação e no levantamento de informações secundárias. As tipologias de uso e ocupação e o estado de conservação da vegetação foram determinadas associando as características naturais dos sistemas ambientais de ocorrência, a capacidade de suporte desses ambientes e o uso (Figura 22), evidenciando os principais problemas ambientais decorrentes da ocupação e às condições ecodinâmicas e de vulnerabilidade ambiental na perspectiva de manutenção do quadro atual de uso e ocupação (OLIVEIRA, 2010).



Figura 7 – Foto sertanejo na caatinga em Independência – Foto: Vladia de Oliveira, 2009.

Em sua geologia a área é apresentada dois macro domínios: a porção oriental da bacia sedimentar Paleozóica do Parnaíba e a área de exposição de rochas integrantes do embasamento cristalino pré-cambriano. Algumas pequenas manchas com coberturas sedimentares terciárias modificam a paisagem dentro do embasamento cristalino (Figura 8). As áreas ribeirinhas apresentam depósitos aluviais Quaternários. A área da bacia sedimentar com rebordos soerguidos e capeados por litotipos da Formação Serra Grande (Siluro-Devoniano) compõe o planalto cuestiforme da Ibiapaba. A partir de sua base, estende-se para leste, a depressão periférica da Ibiapaba com rochas do embasamento cristalino. Sobre esta superfície, destacam-se os níveis residuais elevados das cristas e dos pequenos maciços residuais, além de agrupamentos de inselbergs (Figura 9).



Figura 8 – Foto Relevo ondulado, Quiterianópolis – Foto de Vlândia Oliveira, 2009



Figura 9 – Foto Presença de Inselbergs, Depressão Sertaneja - Foto: Vlândia de Oliveira, 2009

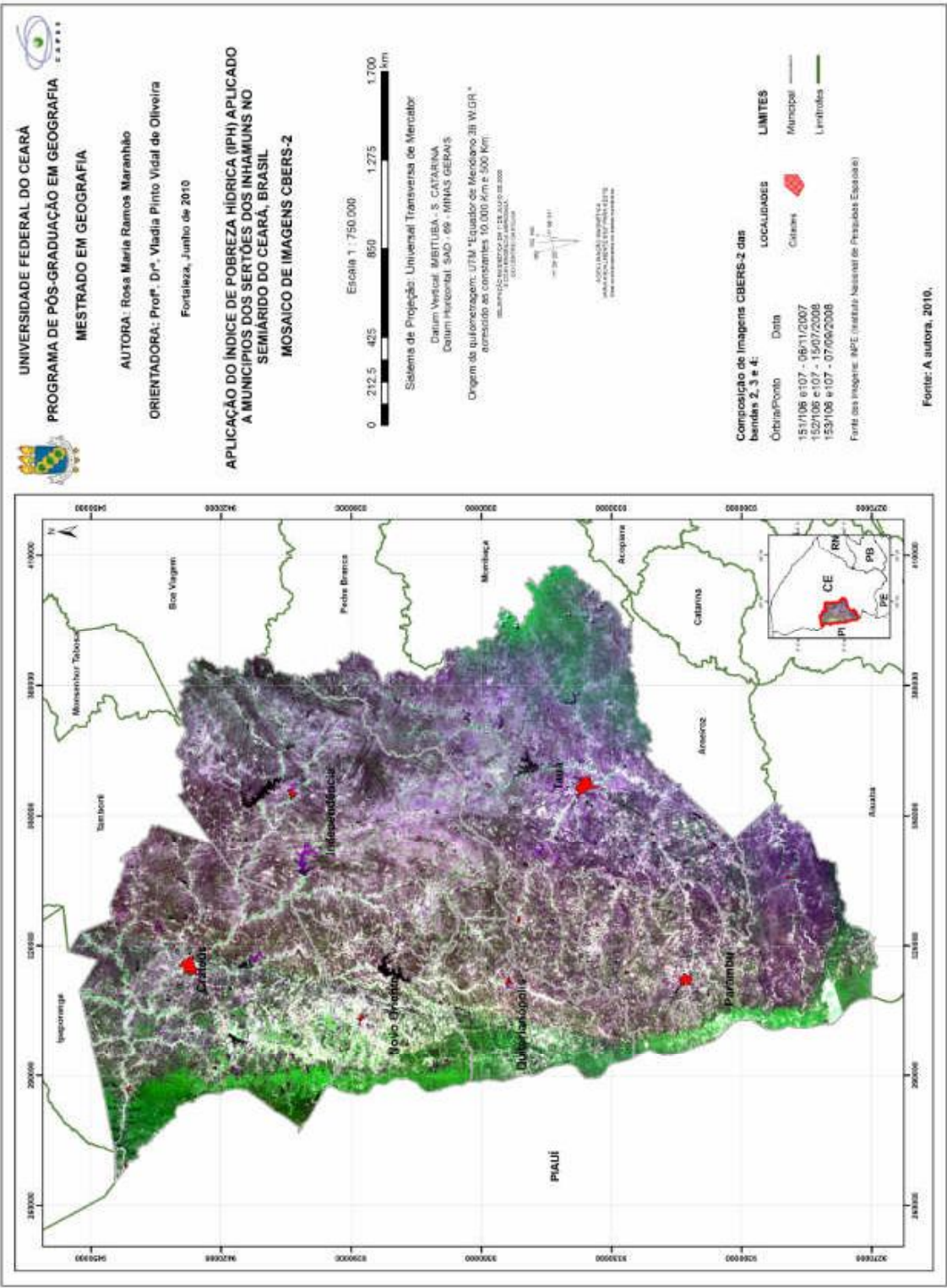
Os vales que se desenvolvem a partir das nascentes do rio Jaguaribe e do rio Poti, apresentam planícies fluviais cujas características geoambientais contrastam com os interflúvios sertanejos. Há na área, evidente primazia espacial dos sertões da depressão periférica. Eles são submetidos às influências do clima semiárido com evidentes deficiências hídricas anuais e inter-anuais, solos variados mas dotados de pouco espessura, sendo extensivamente recobertos pelas caatingas que exibem, também, variados padrões fisionômicos e florísticos. As superfícies pediplanadas dos sertões contrastam com os demais setores que compõem o espaço regional. Os maciços residuais, o planalto da Ibiapaba e as planícies fluviais têm características geoambientais próprias, diferindo substancialmente dos sertões (Quadros 4, 5 e 6), (OLIVEIRA, 2010).

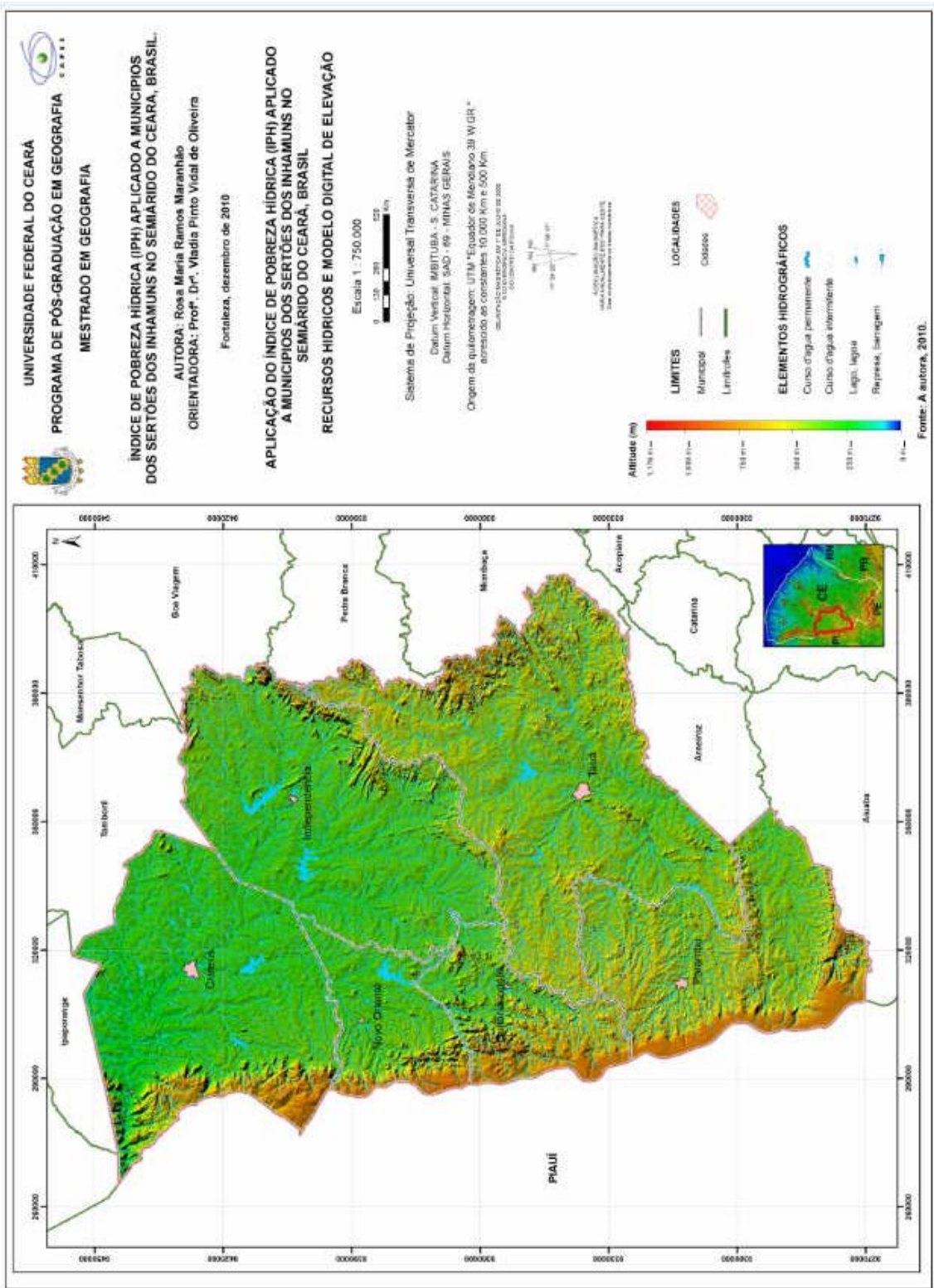
COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL – SÍNTESE DAS CATEGORIAS ESPACIAIS DE AMBIENTES NATURAIS

| Categorias Espaciais de Ambientes Naturais | | | Componentes Naturais | | | | | |
|--|------------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|
| Domínios Naturais | Sistemas Ambientais (Geossistemas) | Sub-sistemas Ambientais (Geofácies) | Geologia | Geomorfologia | Hidrologia de Superfície, Clima e Média de Precipitação | Solos Predominantes | Cobertura Vegetal e Uso/ocupação | Ecodinâmica da Paisagem |
| Vales | Planícies Ribeirinhas | Planícies Fluviais do Alto Rio Jaguaribe e do Alto Poti | Sedimentos aluviais com areias mal selecionadas, incluindo siltes, argilas e cascalhos. | Áreas planas em faixas de aluviões recentes e baixadas inundáveis limitadas por níveis escalonados de terraços eventualmente mantidos por cascalheiros. | Escoamento intermitente sazonal em fluxo muito lento. Clima semi-árido. Com 500 mm de volume pluviométrico anual. | Neossolos Flúvicos; Planossolos Háplicos e Vertissolos. | Vegetação de Várzea parcialmente degradada; agroextrativismo mineral. | Ambiente de transição com tendência à instabilidade |
| Chapadas e Planaltos Sedimentares | Planalto Cuestiforme da Ibiapaba | Reverso imediato e rebordo sub-úmido/semi-árido da Ibiapaba / Serra dos Cariris Novos | Formação Serra Grande (Siluro/Devoniano); arenitos grossos; conglomeráticos silicosos e folhelhos; estratificação cruzada. | Superfície Cuestiforme parcialmente coincidente com a estrutura sub-horizontal, limitada por escarpas erosivas festonadas e dissecadas em cristas. | Escoamento superficial no reverso da cuesta com rios de padrões paralelos e escoamento intermitente; nos rebordos ocorências de cascatas obsequentes. Clima sub-úmido a semi-árido, com 800 a 900 mm de volume pluviométrico anual. | Latossolos Vermelhos, Amarelos e Neossolos Quartzarênicos | Mata Seca; Policultura de subsistência. | Ambiente medianamente estável |

| Domínios Naturais | Sistemas Ambientais (Geossistemas) | Sub-sistemas Ambientais (Geofácies) | Geologia | Geomorfologia | Hidrologia de Superfície, Clima e Média de Precipitação | Solos Predominantes | Cobertura Vegetal e Uso/Ocupação | Ecodinâmica da Paisagem |
|-------------------|---|---|--|--|---|---|--|---|
| Sertões | Sertões Ocidentais e dos pés de Serra do Planalto da Ibiapaba | Sertões de Cratéus / Independência | Litotipos do Complexo Nordestino. | Superfície pediplanada a parcialmente dissecada em interflúvios tabulares separados por vales de fundos planos, relevos colinosos rasos em áreas mais fortemente dissecadas. | Escoamento superficial com rios de padrões subdenudíticos e escoamento intermitente sazonal. Clima Semiárido. 600-800 mm de volume pluviométrico | Planossolos Háplicos, Argissolos, Luvisolos Crômicos, Neossolos Litólicos, Latosolos e Neossolos Flúvicos | Caatinga arbustiva; Pecuária extensiva e Agroextrativismo | Ambiente de transição com tendência de dinâmica regressiva. |
| | Sertões dos Inhamuns | Sertões Meridionais de Tauá | Litotipos variados do embasamento Cristalino, com predominância de litotipos do Complexo Nordeste e Complexo Pedra Branca, suítes magmáticas fortemente deformadas por movimentos diastróficos, truncados por superfícies de aplainamento. | Superfície pediplanada truncando variados tipos de rochas, eventualmente dissecadas em formas de topos convexos e tabulares intercaladas por vales de fundos planos recobertos por sedimentos aluviais das planícies flúviais. | Escoamento superficial com rios de padrões dendríticos e retangulares e escoamento intermitente sazonal. Clima Semiárido. Com 500-700 mm de volume pluviométrico anual. | Luvisolos Crômicos, Planossolos Háplicos, Neossolos Litólicos, Afloramentos Rodhosos e Neossolos Flúvicos. | Caatinga arbustiva; Pecuária extensiva e Agroextrativismo | Ambiente medianamente transição estável com dinâmica ambiental regressiva e ocorrência de núcleos de desertificação |
| | Sertões de Parambu / Quiterianópolis / Novo Oriente | Sertões de Parambu / Quiterianópolis / Novo Oriente | Litotipos variados do Complexo Cristalino, da Formação Serra Grande e coberturas sedimentares. | Superfície pediplanada e tabuleiros interiores | Escoamento superficial com padrões variados, escoamento intermitente sazonal; Clima semiárido com volume pluviométrico de 800 mm anual. | Latosolos, Argissolos, Luvisolos e Neossolos Quaternários | Agroextrativismo, caatinga arbórea, arbustiva, agropecuária. | Ambiente medianamente estável. |

| Categorias Espaciais de Ambientes Naturais | | | Componentes Naturais | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|--|--|--|
| Dominios Naturais | Sistemas Ambientais (Geossistemas) | Sub-sistemas Ambientais (Geofácies) | Geologia | Geomorfologia | Hidrologia Superfície, Clima e Média de Precipitação | Solos Predominantes | Cobertura Vegetal e Uso/ocupação | Ecodinâmica da Paisagem |
| Serras | Serras Secas e enclaves sub-úmidos | Baixos Níveis de maciços residuais cristalinos | Litotipos variados do Complexo Pedra Branca fortemente deformados por falhamento e dobramentos truncados por erosão | Superfícies serranas interiores com vertentes dissecas em cristas e lombadas intercaladas por vales fechados | Escoamento superficial, com rios de padrões dendrítico e sub-dendrítico com algum controle estrutural. Clima sub-úmido / semiárido, com 800 mm de volume pluviométrico anual. | Argissolos Vermelho Amarelos, Neossolos Litólicos e Chernossolos | Caatinga Arbórea com espécies de Mata Seca | Ambiente com tendência à instabilidade |
| | Cristas Residuais e Agrupamentos de Inselbergs | Cristas Residuais e Agrupamentos de Inselbergs | Litotipos variados do Complexo Cristalino, com predominância de rochas mais resistentes ao trabalho da erosão. | Feições aguçadas de relevo e morros residuais oriundos da erosão diferencial com áreas submêidas à morfogênese mecânica. | Ramificação da drenagem com padrões dendríticos e escoamento intermitente sazonal. Clima semiárido. Com 500-700 mm de volume pluviométrico anual. | Neossolos Litólicos e Afloramentos Rochosos. | Caatinga arbustiva e vegetação rupestre. | Ambientes com tendência à instabilidade. |





Sob o aspecto socioeconômico, a área em análise tem no setor agropecuário e/ou agro extrativista o suporte fundamental. Esse fato se configura através da participação das atividades do setor primário na formação da renda ou por representar a parcela mais expressiva do emprego regional.

A pecuária ou a combinação agropecuária que desempenhou papel muito destacado no povoamento e na colonização dos sertões dos Inhamuns, padecem dos baixos níveis tecnológicos que as caracterizam. Em alguns casos, a atividade pecuária tem contribuído para a expansão da degradação ambiental em função da criação extensiva.

Tradicionalmente, a depressão sertaneja tem se colocado como área do criatório extensivo por excelência que se combinava, historicamente, com a lavoura algodoeira e a agricultura de subsistência. Esse complexo representava o mais importante sistema de produção regional. Em face da extinção da atividade algodoeira pela praga do “bicudo”, esse quadro transformou-se. A existência dos relevos serranos ou das planícies fluviais justifica a ocorrência de áreas mais densamente povoadas e de vida agrária mais intensa, que é praticada nos fundos do vales e em interflúvios com solos dotados de boas condições de fertilidade. Mas a ocorrência desses espaços diferenciados não impõe mudanças agudas nos processos de utilização da terra. O que se nota, de modo indistinto, é a persistência de técnicas obsoletas e desarmônicas com as condições de recursos naturais disponíveis.

As características primitivas do seu processo produtivo são evidenciadas pelas lavouras tradicionais de subsistência (feijão, milho, mandioca) e alguns produtos de extrativismo. A parte mais significativa da produção é feita em pequenos e médios estabelecimentos com uso de um sistema tecnológico tradicional e de baixa produtividade. Tratando-se de um sistema de sequeiro, fica a agricultura fortemente dependente do regime pluviométrico e de suas irregularidades, vulnerabilizando-se às secas recorrentes e às estiagens. A esse fato alia-se o mau estado de conservação dos solos já destituídos de suas características físicas, químicas e de fertilidades originais. A lavoura de subsistência praticada através das técnicas tradicionais tem contribuído para a diminuição da fertilidade e da produtividade dos solos como os Luvisolos e Argissolos dos interflúvios e dos Neossolos Flúricos das planícies fluviais. Desde o declínio da

lavoura algodoeira, a agricultura local pouco tem contribuído para a melhoria da participação dessa atividade na composição da renda das populações rurais.

Tanto a caatinga quanto a mata seca e o “carrasco” sofreram evidentes transformações engendradas pelo processo de ocupação e pelas atividades humanas praticadas. Assim, nos seis Municípios objeto do presente estudo, fica evidente tratar-se de uma área fortemente antropizada, pelo extrativismo vegetal, pela pecuária, pela agricultura de sequeiro e pelas combinações entre elas (Figura 10).



Figura 10 – Foto Área antropizada, ao fundo a Chapada da Ibiapada e fumaça de queimadas Foto: a autora, 2009

A estrutura fundiária do semiárido nordestino registra-se excessivamente concentrada, como demonstraram dados do Projeto ARIDAS (1995) e pouco tem se modificado. A exploração da caatinga, desde períodos remotos da colonização, tem conduzido a uma expansão crescente dos quadros de degradação. As plantas lenhosas vêm sendo exploradas como fonte de extrativismo ou para finalidades diversas.

O uso e a ocupação do solo na área sofrem fortemente com a baixa capacidade de resistência frente às irregularidades climáticas do semiárido, agravadas nos períodos de seca. Assim, a distribuição demográfica, as condições da estrutura fundiária e os modos de produção, impõem sobrecargas ao meio ambiente fragilizado e á base de recursos naturais renováveis relativamente pobres em solos e em recursos hídricos (Figuras 11 e 12).



Figura 11 – Pequeno reservatório de água em Tauá - Foto: Vlândia de Oliveira, 2009



Figura 12 – Açude em Parambu - Foto: Vlândia de Oliveira

Disso deriva a vulnerabilidade da economia rural. A identidade geográfica do espaço em apreço é mais ligada à pobreza econômica e não propriamente ao baixo potencial dos recursos naturais, particularmente edafoclimáticos. (OLIVEIRA, 2010).

Em geral, o extrativismo vegetal praticado na região tem comprometido negativamente a biodiversidade, através de extinção de muitas espécies vegetais e animais. Tem, além disso, uma participação muito significativa na estruturação da matriz energética local, a julgar pela utilização da lenha (Figura 13).



Figura 13 – Extração indiscriminadas de madeira para construção de cercas e lenha Foto Vlândia de Oliveira, 2009

O quadro a seguir (Quadro 7), que trata do extrativismo vegetal, demonstra que entre 1998 e 2008, para os seis Municípios desse estudo, é evidente o grande número de espécies da Caatinga que são utilizadas para a produção de lenha e, em menor escala da madeira em tora, a produção de carvão tem decrescido ou apresentado modificações desprezíveis tanto em Tauá e Crateús, como nos demais Municípios que têm um menor contingente demográfico.

| Município | Tipo de produto extrativo | Ano | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Cratêus - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 51 | 49 | 50 | 54 | 56 | 59 | 61 | 63 | 66 | 67 | 69 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 54,100 | 53,100 | 54,000 | 57,5 | 60 | 62 | 63,9 | 65,1 | 67,7 | 68,75 | 70,03 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Independência - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 34,000 | 35,000 | 36,000 | 38,550 | 40,000 | 42,000 | 44,000 | 45,300 | 48,020 | 49,080 | 50,060 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Novo Oriente - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 12,000 | 11,600 | 12,000 | 13 | 14 | 14,7 | 15,9 | 16,3 | 17,4 | 18,09 | 19 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | 4,500 | 4,800 | 4,600 | 4,200 | 3,800 | 3,600 | 3,350 | 3,100 | 2,870 | 2,690 | 2,457 |
| Parambu - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 9 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 14 | 15 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 42,800 | 43,000 | 42,000 | 45 | 41,5 | 42 | 44,1 | 45,8 | 47,6 | 48,79 | 49,11 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Quiteriápolis - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 26,200 | 26,500 | 25,000 | 27,2 | 29,5 | 31,5 | 33,4 | 34,7 | 35,7 | 36,09 | 37 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | 7 | 8 | 7 | 6 | - | - | - | - | - | - | - |
| Tauá - CE | 7.1 - Carvão vegetal (Toneladas) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | 7.2 - Lenha (Metros cúbicos) | 29,000 | 29,300 | 30,000 | 32,5 | 35 | 37 | 38,9 | 39,9 | 42 | 43,5 | 44 |
| | 7.3 - Madeira em tora (Metros cúbicos) | 750 | 725 | 700 | 650 | 590 | 545 | 505 | 465 | 430 | 395 | 360 |

Quadro 7 - Extrativismo vegetal (carvão, lenha e madeira), - Anos 1998.a 2008 - Fonte: SIDRA IBGE, 2009

A pecuária é reconhecida historicamente como a mais tradicional atividade produtiva do semiárido nordestino e tem se expandido ao longo dos tempos. Pela análise dos dados da produção rural para os seis Municípios desse estudo, nota-se que a bovinocultura assume papel proeminente, já o gado menor, especialmente o caprinocultura, vem assumindo destacada importância e tem influencia na expansão do quadro de devastação, a expansão populacional nos sertões pressiona para a ampliação das áreas para agricultura (Quadro 8 e 9).

Não houve, historicamente na região, qualquer preocupação com as áreas de preservação permanente-matas ciliares das planícies fluviais, topos de morros dos sistemas ambientais serranos, nascentes fluviais ou escarpas de planaltos, nem com a recuperação dos mesmos. Por via de consequência, o ambiente é fragilizado, os recursos naturais são progressivamente degradados, instalando-se e expandindo-se os efeitos da desertificação. São evidências que se configuram, especialmente, nos sertões dos Inhamuns, com destaque para o Município de Tauá.

Os sistemas naturais apresentam-se fortemente modificados em sua estrutura, processos, funções e organização. Nesses sistemas, quando muda a intensidade ou o comportamento de um componente, todos os demais são sensibilizados. Por consequência, o grau de sensibilização ou os efeitos dos impactos serão intensificados quando resultar de uma intervenção humana.

O que tem se verificado na área são as influências do clima semi-árido e a ação dos processos antrópicos ganhando um maior agressividade, desestabilizando os sistemas naturais, limitando, progressivamente a capacidade produtiva dos recursos naturais e as possibilidades de restauração do meio ambiente.

Na área selecionada para a pesquisa, a sustentabilidade ambiental varia de acordo com a pressão populacional, apresentando baixa sustentabilidade quanto maior a exploração dos seus recursos naturais. As áreas mais elevadas, nas encostas e no topo da Serra Grande, apresentam sustentabilidade moderada, pois a densidade populacional é menor, os solos são preservados pela cobertura vegetal existente conferindo-lhe maior fertilidade, maior potencial hídrico, uma vez que seus recursos naturais apresentam-se relativamente preservados. A cobertura vegetal, relacionada ao uso do solo e a vulnerabilidade ambiental, são representadas pelo o padrão fisionômico da vegetação e a cobertura vegetal, sendo as tipologias abaixo as que se apresentam na área de estudos (Figuras 11 a 17), (OLIVEIRA, 2010).

| Brasil e Município do Ceará | Ano | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Crateús | 25.593 | 34.235 | 34.772 | 38.997 | 40.255 | 48.872 | 28.344 | 28.013 | 28.137 | 27.601 | 28.091 |
| Independência | 12.537 | 13.988 | 14.340 | 13.733 | 15.470 | 15.200 | 19.451 | 18.560 | 20.350 | 16.967 | 18.495 |
| Tauá | 23.312 | 26.250 | 33.270 | 23.052 | 26.892 | 33.746 | 40.363 | 31.952 | 36.911 | 34.543 | 35.526 |
| Novo Oriente | 27.255 | 23.270 | 24.068 | 28.860 | 24.038 | 25.265 | 16.195 | 16.070 | 16.404 | 15.754 | 16.342 |
| Quiterianópolis | 9.203 | 11.048 | 11.065 | 9.912 | 18.882 | 12.092 | 12.170 | 11.631 | 11.552 | 12.593 | 12.793 |
| Parambu | 23.725 | 22.225 | 27.525 | 33.304 | 37.805 | 41.942 | 34.444 | 26.015 | 29.215 | 30.607 | 30.545 |

Quadro 8 – Produção da Agricultura nos anos 1998 a 2008 - Variável = Área plantada (Hectares) Lavoura temporária = Total - Fonte: SIDRA IBGE, 2009¹

| | Ano | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Crateús - CE | 105.801 | 106.575 | 106.865 | 107.769 | 108.901 | 109.719 | 110.515 | 111.552 | 114.265 | 116.399 | 117.650 |
| Independência - CE | 160.100 | 161.616 | 163.984 | 166.707 | 168.771 | 171.032 | 172.624 | 173.976 | 177.025 | 179.678 | 181.130 |
| Tauá - CE | 236.100 | 238.237 | 240.125 | 240.988 | 243.796 | 246.403 | 249.408 | 251.239 | 255.222 | 257.870 | 258.317 |
| Novo Oriente - CE | 41.788 | 42000 | 42.187 | 42.453 | 42.776 | 43.024 | 43.251 | 43.345 | 44.437 | 45.146 | 44.983 |
| Quiterianópolis - CE | 37.086 | 37.330 | 37.413 | 37.610 | 37.731 | 37.960 | 38.228 | 38.467 | 39.373 | 40.209 | 40.544 |
| Parambu - CE | 97.939 | 99.043 | 99.486 | 100.460 | 100.678 | 101.326 | 101.933 | 102.401 | 104.299 | 105.598 | 105.557 |

Quadro 9 – Produção da Pecuária nos anos 1998 a 2008. Variável = Efetivo dos rebanhos (Cabeças) - Tipo de rebanho = Bovino + Caprino + Ovíno - Fonte : SIDRA IBGE, 2009

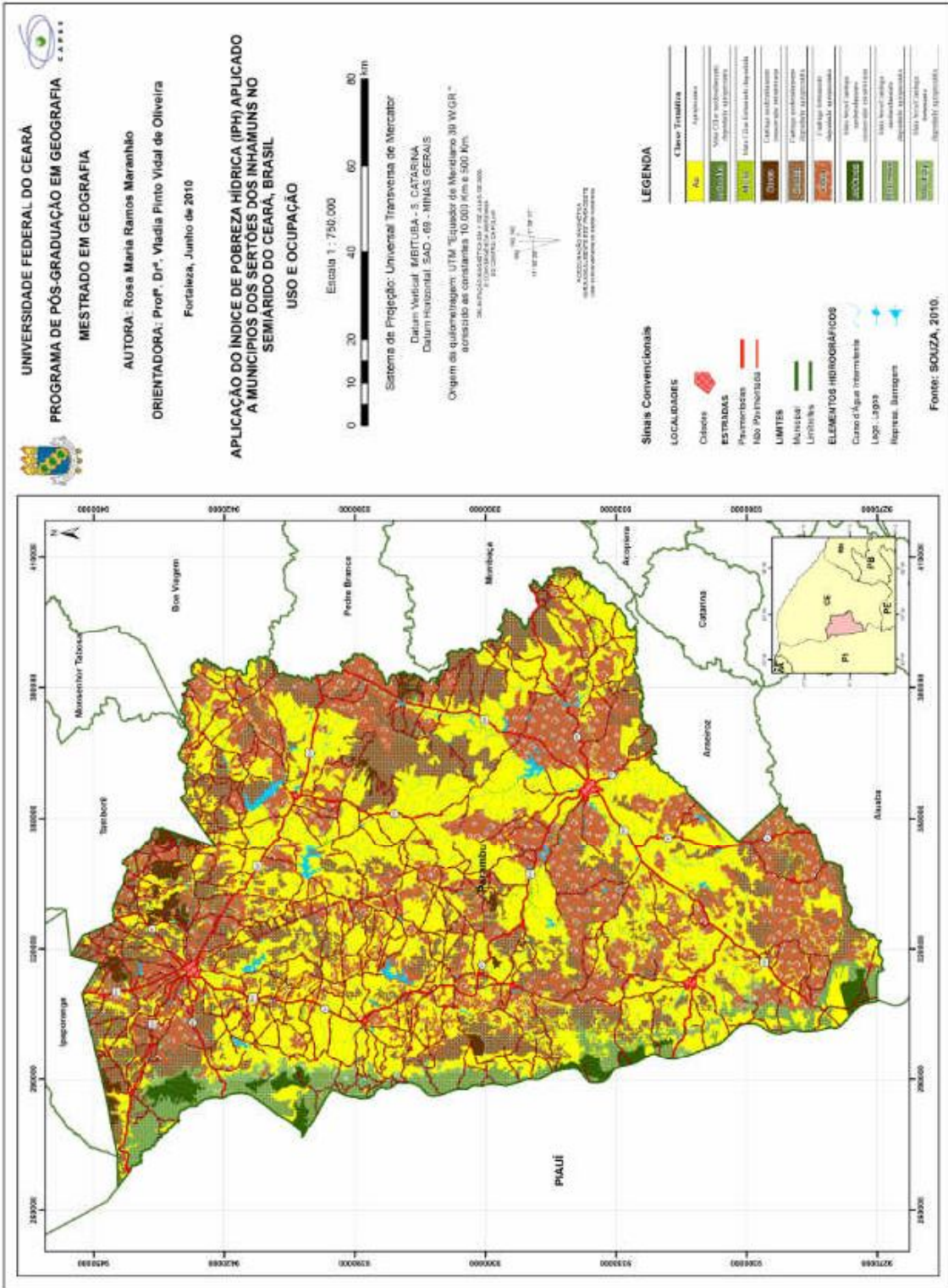




Figura 11 - Caatinga moderadamente conservada - Caatinga arbóreo-arbustiva parcialmente conservada com características naturais remanescentes do recobrimento vegetal primário e com dinâmica ambiental progressiva.



Figura 12 - Caatinga moderadamente degradada - Caatinga arbóreo-arbustiva parcialmente degradada com características do recobrimento vegetal primário transformadas e com dinâmica ambiental com tendências regressivas.



Figura 13 - Caatinga fortemente degradada – Caatinga arbóreo-arbustiva intensamente degradada submetida a processos de desertificação e com solos e biodiversidade irreversivelmente comprometidos;



Figura 14 - Mata ciliar moderadamente degradada - Mata Ciliar ribeirinha arbóreo-arbustiva parcialmente degradada com características de recobrimento vegetal primário transformado e com dinâmica ambiental com tendências regressivas.



Figura 15 - Mata Ciliar fortemente degradada – Mata Ciliar fortemente degradada com características secundárias fortemente transformadas, biodiversidade irreversivelmente comprometida e com dinâmica ambiental regressiva.



Figura 16 - Mata Seca/Caatinga – Área de tensão ecológica com remanescentes de mata seca e caatinga arbóreo-arbustiva, recobrimdo vertentes do planalto sedimentar seco e sub-úmido seco.


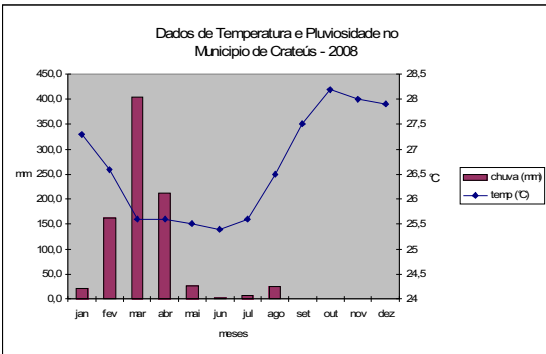
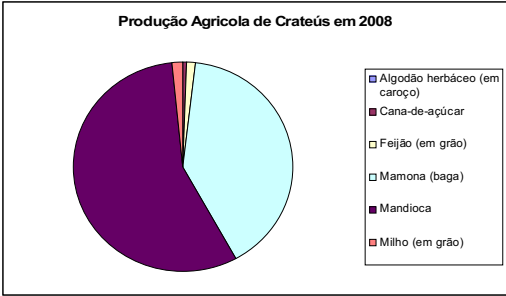
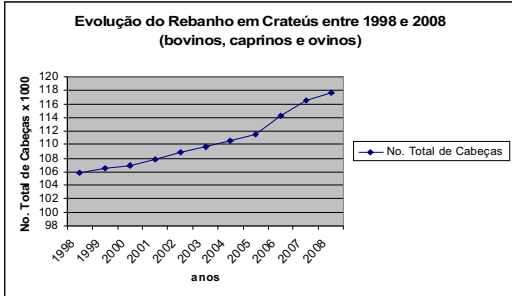


Figura 17 -Pasto e Cultivos - Cobertura vegetal associada a cultivo agrícola, combinada com lavouras de subsistência e pastagens naturais ou cultivadas em coberturas sedimentares de tabuleiros interiores.


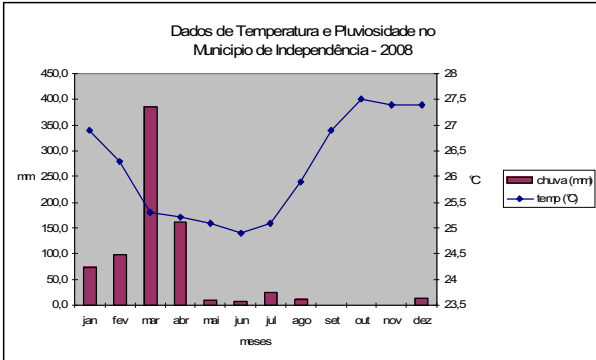
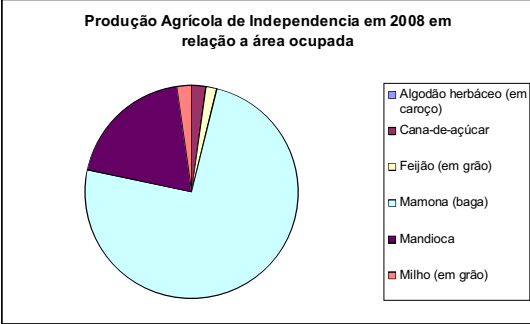
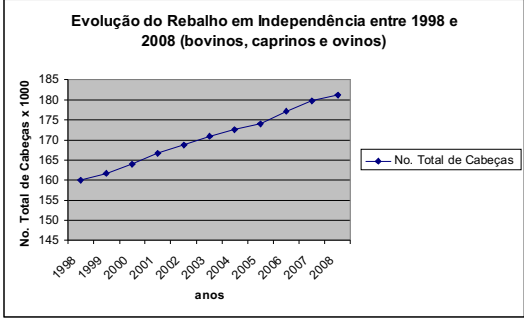
A seguir apresentamos os quadros sintéticos com informações sobre localização geográfica e as características socioambientais e biofísicas que se apresentam nos municípios da área de estudos.

A influencia do relevo no clima e na cobertura vegetal é evidente e quanto maior a altitude melhores são as condições ambientais encontradas, se observado mais detalhadamente podemos perceber nitidamente diferenças nos ecossistemas que compreendem as caatingas, que se modificam em porte e diversidade desde a Depressão Sertaneja como as bordas da Ibpaba.


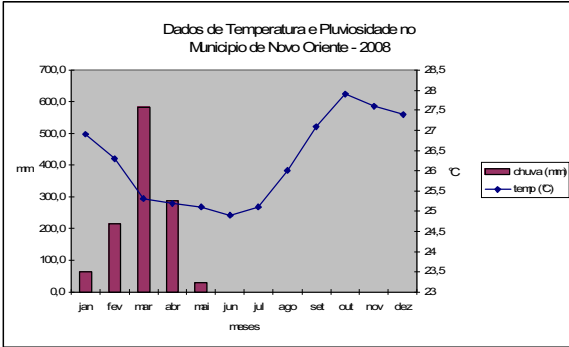
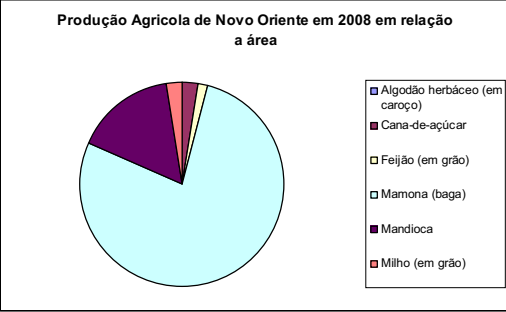
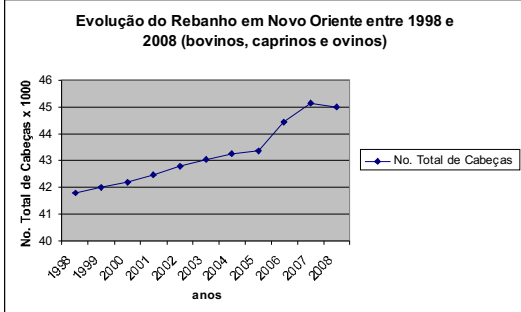
Os solos também sofrem variações de classes dependendo da sua localização, com alvéolos de solos mais ricos onde encontramos as áreas agriculturáveis. Projetos de irrigação são encontrados na área de estudos. (Quadros 11 a 16).

| CRATEÚS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------------------------|-----------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|
| Área: 2985,41 Km ² |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 5° 10' 42" e Long 40° 40' 39", | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 274,7 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 72.386 hab Pop urbana (2000): 47.549 hab - Pop rural (2000): 23.349 hab Taxa de urbanização de 67,07% - Tx Crescimento; 2% Densid. Demográfica: 23,75 hab/km ² PIB (2005): R\$ 244.741.000,00 IDM = 34,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: A leste suaves e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja). A oeste planalto cuestiforme da Ibiapaba, com altitudes próximas dos 700 metros. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Hápicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Quente semiárido brando e tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 20 °C e 35 °C (FUNCEME 2008) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos, artesanato de redes, chapéus-de-palha e bordados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 331 poços (270 tipo tubular profundo - 125 públicos e 145 privados e 61 tipo amazonas - 23 públicos e 38 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 4 fontes naturais (2 particulares e 2 públicas). Com relação à distribuição desses poços, verificou-se que existem. (CPRM, 2009). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projetos de Irrigação: Realejo e Jaburu II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Crateús - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>150</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>fev</td><td>160</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>mar</td><td>400</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>abr</td><td>210</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>mai</td><td>30</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>jun</td><td>10</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>jul</td><td>10</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>ago</td><td>20</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>set</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>out</td><td>10</td><td>28,5</td></tr> <tr><td>nov</td><td>10</td><td>28,0</td></tr> <tr><td>dez</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 150 | 27,5 | fev | 160 | 26,5 | mar | 400 | 25,5 | abr | 210 | 25,5 | mai | 30 | 25,5 | jun | 10 | 25,0 | jul | 10 | 25,5 | ago | 20 | 26,5 | set | 10 | 27,5 | out | 10 | 28,5 | nov | 10 | 28,0 | dez | 10 | 27,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 150 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 160 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 400 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 210 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 30 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 10 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 10 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 20 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 10 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 10 | 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Produção Agrícola de Crateús em 2008</p> <ul style="list-style-type: none"> Algodão herbáceo (em caroço) Cana-de-açúcar Feijão (em grão) Mamona (baga) Mandioca Milho (em grão) |  <p>Evolução do Rebanho em Crateús entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>No. Total de Cabeças x 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>104</td></tr> <tr><td>1999</td><td>104</td></tr> <tr><td>2000</td><td>105</td></tr> <tr><td>2001</td><td>106</td></tr> <tr><td>2002</td><td>107</td></tr> <tr><td>2003</td><td>108</td></tr> <tr><td>2004</td><td>109</td></tr> <tr><td>2005</td><td>110</td></tr> <tr><td>2006</td><td>112</td></tr> <tr><td>2007</td><td>114</td></tr> <tr><td>2008</td><td>116</td></tr> </tbody> </table> | Ano | No. Total de Cabeças x 1000 | 1998 | 104 | 1999 | 104 | 2000 | 105 | 2001 | 106 | 2002 | 107 | 2003 | 108 | 2004 | 109 | 2005 | 110 | 2006 | 112 | 2007 | 114 | 2008 | 116 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ano | No. Total de Cabeças x 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 105 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 106 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 107 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 108 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 109 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 112 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 114 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 116 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


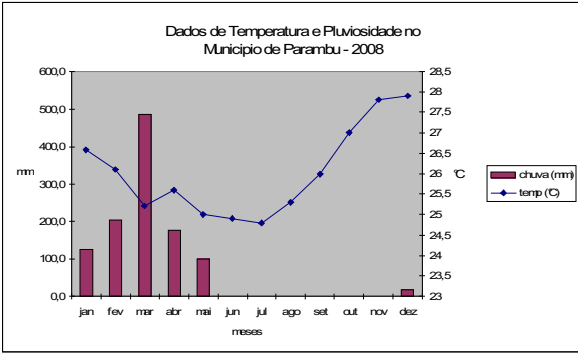
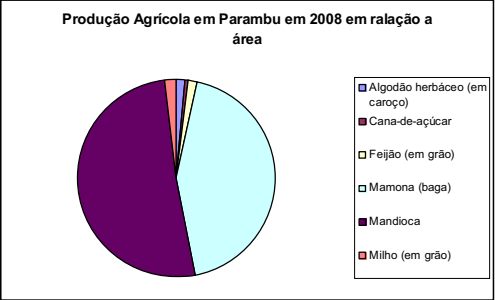
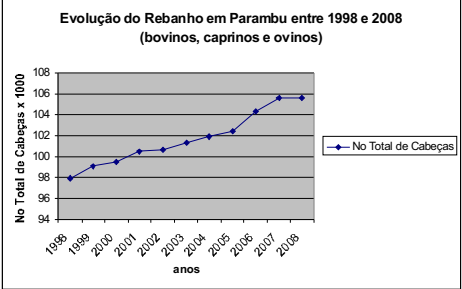
Quadro 11 – Síntese das informações do município de Crateús – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| INDEPENDÊNCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|-----------------------------|-----------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|-----|----|------|
| Área: 3218,64 Km ² |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 5° 23' 47" e Long 40° 18' 31", | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 343 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 25.413 hab | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pop urbana (2000): 10.265 hab - Pop rural (2000): de 14.997 hab Taxa de urbanização de 40,63 % - Tx Crescimento: 0,07 % Densid. Demográfica: 7,85 hab/km ² PIB (2005): R\$ 67.388.000,00 IDM = 22,79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: Aplainado com formas suaves e pouco dissecadas, com altitudes em torno de 300m. A leste maciços residuais com altitudes próximas a 700 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Hápicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Topical semiárido brando e tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 23 °C e 33 °C (FUNCEME 2008) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Caducifolia Espinhosa. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 202 poços (183 tipo tubular profundo - 83 públicos e 100 privados e 19 tipo amazonas - 6 públicos e 13 particulares, (CPRM, 2009). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projetos de Irrigação: Jaburu II (juntamente com Crateús) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Fluviocidade no Município de Independência - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>80</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>fev</td><td>100</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>mar</td><td>380</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>abr</td><td>160</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>mai</td><td>10</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>jun</td><td>10</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>jul</td><td>30</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>ago</td><td>10</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>set</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>out</td><td>10</td><td>28,0</td></tr> <tr><td>nov</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>dez</td><td>10</td><td>27,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 80 | 27,5 | fev | 100 | 26,5 | mar | 380 | 25,5 | abr | 160 | 25,5 | mai | 10 | 25,0 | jun | 10 | 24,5 | jul | 30 | 25,0 | ago | 10 | 26,5 | set | 10 | 27,5 | out | 10 | 28,0 | nov | 10 | 27,5 | dez | 10 | 27,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 80 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 100 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 380 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 160 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 10 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 10 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 30 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 10 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 10 | 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 10 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Produção Agrícola de Independência em 2008 em relação a área ocupada</p> <ul style="list-style-type: none"> Algodão herbáceo (em caroço) Cana-de-açúcar Feijão (em grão) Mamona (baga) Mandioca Milho (em grão) |  <p>Evolução do Rebanho em Independência entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anos</th> <th>No. Total de Cabeças x 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>160</td></tr> <tr><td>1999</td><td>162</td></tr> <tr><td>2000</td><td>165</td></tr> <tr><td>2001</td><td>168</td></tr> <tr><td>2002</td><td>170</td></tr> <tr><td>2003</td><td>172</td></tr> <tr><td>2004</td><td>175</td></tr> <tr><td>2005</td><td>178</td></tr> <tr><td>2006</td><td>180</td></tr> <tr><td>2007</td><td>182</td></tr> <tr><td>2008</td><td>185</td></tr> </tbody> </table> | Anos | No. Total de Cabeças x 1000 | 1998 | 160 | 1999 | 162 | 2000 | 165 | 2001 | 168 | 2002 | 170 | 2003 | 172 | 2004 | 175 | 2005 | 178 | 2006 | 180 | 2007 | 182 | 2008 | 185 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anos | No. Total de Cabeças x 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 162 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 168 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 172 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 175 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 178 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 182 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 185 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


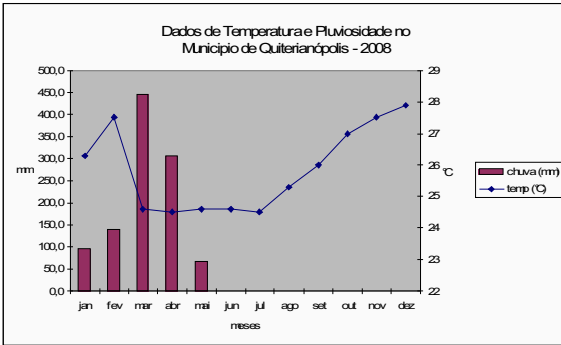
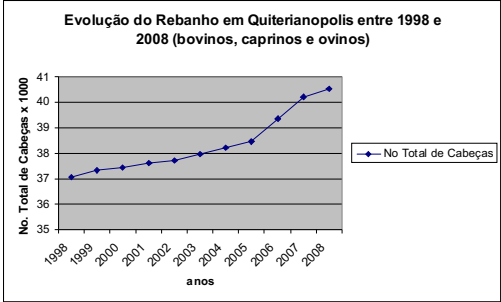
Quadro 12 – Síntese das informações do município de Independência - Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| NOVO ORIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|----------------|----------|------------------|-------|---------------|-------|----------|---------|-----------------|---------|---|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <p>Área: 942,21 Km² Localização: Lat 5° 32' 04" e Long 40° 46' 27" Altitude média: 333 m. População estimada (2007): 27.418 hab Pop urbana (2000): 12.709 hab - Pop rural (2000): 13.410 hab Taxa de urbanização de 48,66 % - Tx Crescimento: 0,4% Densid. Demográfica: 22,52 hab/km² - PIB (2005): R\$ 63.053.000,00 IDM = 25,90</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Relevo: Formas planas e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja) com altitudes em torno de 300m. A oeste planalto sedimentar da Serra Grande com altitudes próximas dos 900 metros.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Clima: Tropical Quente semiárido, apresenta temperaturas entre 19 °C e 29 °C</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos, caprinos e aves. Extrativismo vegetal (carvão e lenha), fornece materias primas da oiticica, babaçu e carnaúba. Artesanato de redes e bordados.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Infraestrutura Recursos Hidricos: 79 poços (54 tipo tubular profundo - 42 públicos e 12 privados e 25 tipo amazonas - 7 públicos e 18 particulares), 2 fontes naturais (CPRM, 2009).</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Projetos de Irrigação: Realejo e Jaburu II</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Novo Oriente - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>100</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>fev</td><td>200</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>mar</td><td>580</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>abr</td><td>300</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>mai</td><td>50</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>jun</td><td>0</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>jul</td><td>0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>ago</td><td>0</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>set</td><td>0</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>out</td><td>0</td><td>28,5</td></tr> <tr><td>nov</td><td>0</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>dez</td><td>0</td><td>27,0</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 100 | 27,5 | fev | 200 | 26,5 | mar | 580 | 25,5 | abr | 300 | 25,5 | mai | 50 | 25,0 | jun | 0 | 24,5 | jul | 0 | 25,0 | ago | 0 | 26,5 | set | 0 | 27,5 | out | 0 | 28,5 | nov | 0 | 27,5 | dez | 0 | 27,0 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 100 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 200 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 580 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 300 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 50 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 0 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 0 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 0 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 0 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 0 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 0 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Produção Agrícola de Novo Oriente em 2008 em relação a área</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cultura</th> <th>Cor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Algodão herbáceo (em caroço)</td><td>Amarelo</td></tr> <tr><td>Cana-de-açúcar</td><td>Vermelho</td></tr> <tr><td>Feijão (em grão)</td><td>Verde</td></tr> <tr><td>Mamona (baga)</td><td>Cinza</td></tr> <tr><td>Mandioca</td><td>Púrpura</td></tr> <tr><td>Milho (em grão)</td><td>Laranja</td></tr> </tbody> </table> | Cultura | Cor | Algodão herbáceo (em caroço) | Amarelo | Cana-de-açúcar | Vermelho | Feijão (em grão) | Verde | Mamona (baga) | Cinza | Mandioca | Púrpura | Milho (em grão) | Laranja | <p>Evolução do Rebanho em Novo Oriente entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>No. Total de Cabeças x 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>41,8</td></tr> <tr><td>1999</td><td>42,0</td></tr> <tr><td>2000</td><td>42,2</td></tr> <tr><td>2001</td><td>42,5</td></tr> <tr><td>2002</td><td>42,8</td></tr> <tr><td>2003</td><td>43,0</td></tr> <tr><td>2004</td><td>43,2</td></tr> <tr><td>2005</td><td>43,5</td></tr> <tr><td>2006</td><td>44,0</td></tr> <tr><td>2007</td><td>45,0</td></tr> <tr><td>2008</td><td>45,0</td></tr> </tbody> </table> | Ano | No. Total de Cabeças x 1000 | 1998 | 41,8 | 1999 | 42,0 | 2000 | 42,2 | 2001 | 42,5 | 2002 | 42,8 | 2003 | 43,0 | 2004 | 43,2 | 2005 | 43,5 | 2006 | 44,0 | 2007 | 45,0 | 2008 | 45,0 | |
| Cultura | Cor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Algodão herbáceo (em caroço) | Amarelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cana-de-açúcar | Vermelho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Feijão (em grão) | Verde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mamona (baga) | Cinza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mandioca | Púrpura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Milho (em grão) | Laranja | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ano | No. Total de Cabeças x 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 41,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 42,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 42,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 42,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 42,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 43,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 43,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 43,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 44,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 45,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 45,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


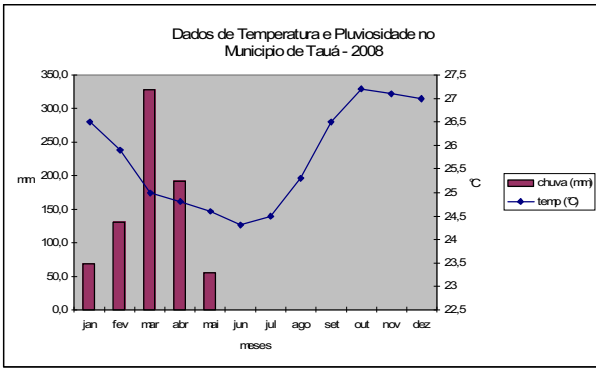
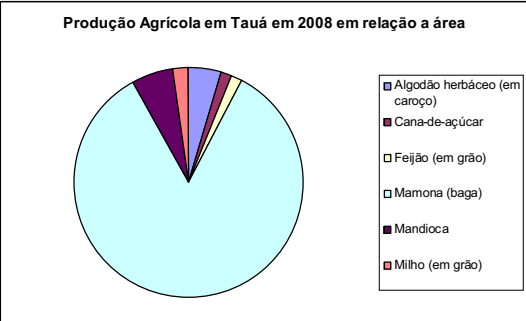
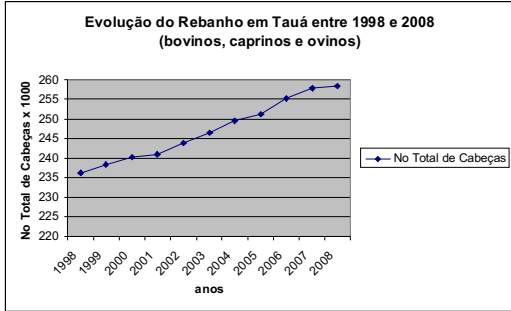
Quadro 11 – Síntese das informações do município de Novo Oriente - Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| PARAMBU | |
|--|--|
| Área: 2303,4 km ² | |
| Localização: Lat 6° 12' 40" e Long 40° 41' 40" | |
| Altitude média: 478 m | |
| População estimada (2007): 30.596 hab Pop urbana (2000): 12.550 hab - Pop rural (2000): 19.752 hab Taxa de urbanização: 38,85 % - Tx Crescimento - 0,6% Densid. Demográfica: 14,02 hab/km ² PIB (2005): R\$ R\$ 77,435.000,00 IDM = 15,95 | |
|  | |
| Relevo: Apresenta formas ligeiramente dissecadas e altitude torno dos 300 m. Apresenta os maciços residuais que chegam a atingir 700 metros. | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Hápicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | |
| Clima: Tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 23 °C e 29 °C | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos, artesanato de redes, chapéus-de-palha e bordados | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 144 poços (86 tipo tubular profundo - 49 públicos e 37 privados e 58 tipo amazonas - 11 públicos e 47 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 3 fontes naturais (privadas). (CPRM 2009) | |
| CLIMA | |
|  | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA |
|  |  |

Quadro 11 – Síntese das informações do município de Parambu – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| QUITERIANÓPOLIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------------------------|-----------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|-----|-------|------|
| Área: 1040,96 km ² |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 5° 50' 35" e Long 40° 42' 03", | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 400 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 20.079 hab Pop urbana (2000): 5.068 hab - Pop rural (2000): 13.287 hab Taxa de urbanização: 27,61 %. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densid. Demográfica: 23,75 hab/km ² - Tx Crescimento: 1,6% PIB (2005): R\$ 44.688.000,00 IDM = 30,66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: A leste suaves e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Hápicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 23 °C e 29 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 91 poços (35 tipo tubular profundo - 28 públicos e 7 privados e 56 tipo amazonas - 14 públicos e 42 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 3 fontes naturais particulares (CPRM, 2009). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Quiterianópolis - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>100,0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>fev</td><td>150,0</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>mar</td><td>450,0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>abr</td><td>300,0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>mai</td><td>70,0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>jun</td><td>180,0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>jul</td><td>180,0</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>ago</td><td>220,0</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>set</td><td>280,0</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>out</td><td>350,0</td><td>27,5</td></tr> <tr><td>nov</td><td>400,0</td><td>28,0</td></tr> <tr><td>dez</td><td>420,0</td><td>28,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 100,0 | 24,0 | fev | 150,0 | 27,0 | mar | 450,0 | 25,0 | abr | 300,0 | 25,0 | mai | 70,0 | 25,0 | jun | 180,0 | 25,0 | jul | 180,0 | 24,5 | ago | 220,0 | 25,5 | set | 280,0 | 26,5 | out | 350,0 | 27,5 | nov | 400,0 | 28,0 | dez | 420,0 | 28,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 100,0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 150,0 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 450,0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 300,0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai | 70,0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 180,0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 180,0 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 220,0 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 280,0 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 350,0 | 27,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 400,0 | 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 420,0 | 28,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Produção Agrícola em Quiterianópolis em 2008 em relação a área</p> <ul style="list-style-type: none"> Algodão herbáceo (em caroço) Cana-de-açúcar Feijão (em grão) Mamona (baga) Mandioca Milho (em grão) |  <p>Evolução do Rebanho em Quiterianópolis entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anos</th> <th>No. Total de Cabeças x 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>37,2</td></tr> <tr><td>1999</td><td>37,5</td></tr> <tr><td>2000</td><td>37,8</td></tr> <tr><td>2001</td><td>38,0</td></tr> <tr><td>2002</td><td>38,2</td></tr> <tr><td>2003</td><td>38,5</td></tr> <tr><td>2004</td><td>38,8</td></tr> <tr><td>2005</td><td>39,2</td></tr> <tr><td>2006</td><td>39,8</td></tr> <tr><td>2007</td><td>40,2</td></tr> <tr><td>2008</td><td>40,5</td></tr> </tbody> </table> | Anos | No. Total de Cabeças x 1000 | 1998 | 37,2 | 1999 | 37,5 | 2000 | 37,8 | 2001 | 38,0 | 2002 | 38,2 | 2003 | 38,5 | 2004 | 38,8 | 2005 | 39,2 | 2006 | 39,8 | 2007 | 40,2 | 2008 | 40,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anos | No. Total de Cabeças x 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 37,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 37,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 37,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 38,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 38,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 38,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 38,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 39,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 39,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 40,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 40,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Quadro 15 – Síntese das informações do município de Quiterianópolis – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

| TAUÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|------------------------------|-----------|----------------|----------|------------------|-------|---------------|------|----------|---------|-----------------|---------|---|------|----------------------------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|
| Área: 4.306 km ² |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localização: Lat 6° 00' 11" e Long 40° 17' 34", | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude média: 400 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| População estimada (2007): 54.271 hab Pop urbana (2000): 26.721 hab - Pop rural (2000): 25,227 hab Taxa de urbanização de 51.44%. - Tx Crescimento: 0,5% Densid. Demográfica: 23,75 hab/km ² PIB (2005): R\$ 53.734.889,16 IDM = 34,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relevo: A leste suaves e pouco dissecadas (Depressão Sertaneja). A oeste planalto cuestasiforme da Ibiapaba, com altitudes próximas dos 700 metros. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solos: Neossolos Flúvicos e Planossolos Hápicos, Luvisolos Crômicos, os Neossolos Quartzarênicos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clima: Tropical quente semiárido, apresenta temperaturas entre 19 °C e 33 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetação: Caatinga Arbustiva Aberta, Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economia: Culturas de subsistência de feijão, milho e mandioca; monoculturas de algodão e o cultivo da mandioca; pecuária extensiva de bovinos, ovinos e caprinos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infraestrutura Recursos Hídricos: 331 poços (270 tipo tubular profundo - 125 públicos e 145 privados e 61 tipo Amazonas - 23 públicos e 38 particulares, sendo 290 poços em rochas cristalinas e 41 poços de aluviões); 4 fontes naturais (2 particulares e 2 públicas). Com relação à distribuição desses poços, verificou-se que existem. (CPRM, 2009). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projetos de Irrigação: Realejo e Jaburu II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Dados de Temperatura e Pluviosidade no Município de Tauá - 2008</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Chuva (mm)</th> <th>Temp (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>jan</td><td>70</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>fev</td><td>130</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>mar</td><td>320</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>abr</td><td>190</td><td>24,5</td></tr> <tr><td>ma</td><td>60</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>jun</td><td>0</td><td>23,5</td></tr> <tr><td>jul</td><td>0</td><td>24,0</td></tr> <tr><td>ago</td><td>0</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>set</td><td>0</td><td>26,5</td></tr> <tr><td>out</td><td>0</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>nov</td><td>0</td><td>27,0</td></tr> <tr><td>dez</td><td>0</td><td>26,5</td></tr> </tbody> </table> | | Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | jan | 70 | 27,0 | fev | 130 | 25,5 | mar | 320 | 24,5 | abr | 190 | 24,5 | ma | 60 | 24,0 | jun | 0 | 23,5 | jul | 0 | 24,0 | ago | 0 | 25,0 | set | 0 | 26,5 | out | 0 | 27,0 | nov | 0 | 27,0 | dez | 0 | 26,5 |
| Mês | Chuva (mm) | Temp (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jan | 70 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| fev | 130 | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mar | 320 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| abr | 190 | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ma | 60 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jun | 0 | 23,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jul | 0 | 24,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ago | 0 | 25,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| set | 0 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| out | 0 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov | 0 | 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| dez | 0 | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGRICULTURA | PECUÁRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Produção Agrícola em Tauá em 2008 em relação a área</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cultura</th> <th>Cor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Algodão herbáceo (em caroço)</td><td>Amarelo</td></tr> <tr><td>Cana-de-açúcar</td><td>Vermelho</td></tr> <tr><td>Feijão (em grão)</td><td>Verde</td></tr> <tr><td>Mamona (baga)</td><td>Azul</td></tr> <tr><td>Mandioca</td><td>Púrpura</td></tr> <tr><td>Milho (em grão)</td><td>Laranja</td></tr> </tbody> </table> | Cultura | Cor | Algodão herbáceo (em caroço) | Amarelo | Cana-de-açúcar | Vermelho | Feijão (em grão) | Verde | Mamona (baga) | Azul | Mandioca | Púrpura | Milho (em grão) | Laranja | <p>Evolução do Rebanho em Tauá entre 1998 e 2008 (bovinos, caprinos e ovinos)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>No Total de Cabeças x 1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1998</td><td>235</td></tr> <tr><td>1999</td><td>238</td></tr> <tr><td>2000</td><td>240</td></tr> <tr><td>2001</td><td>242</td></tr> <tr><td>2002</td><td>244</td></tr> <tr><td>2003</td><td>246</td></tr> <tr><td>2004</td><td>248</td></tr> <tr><td>2005</td><td>250</td></tr> <tr><td>2006</td><td>252</td></tr> <tr><td>2007</td><td>254</td></tr> <tr><td>2008</td><td>256</td></tr> </tbody> </table> | Ano | No Total de Cabeças x 1000 | 1998 | 235 | 1999 | 238 | 2000 | 240 | 2001 | 242 | 2002 | 244 | 2003 | 246 | 2004 | 248 | 2005 | 250 | 2006 | 252 | 2007 | 254 | 2008 | 256 | |
| Cultura | Cor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Algodão herbáceo (em caroço) | Amarelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cana-de-açúcar | Vermelho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Feijão (em grão) | Verde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mamona (baga) | Azul | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mandioca | Púrpura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Milho (em grão) | Laranja | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ano | No Total de Cabeças x 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | 235 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | 238 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | 242 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | 244 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 246 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2004 | 248 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | 252 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | 254 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | 256 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Quadro 16 – Síntese das informações do município de Tauá – Fonte: CPRM 2009, FUNCEME 2008, IPECE 2009

4 . METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa descritiva, explicativa e de natureza aplicada.

A característica descritiva refere-se à parte da contextualização da problemática na referida área de estudos, que se justifica pela busca do entendimento das relações entre o bem-estar da população e a escassez dos recursos hídricos.

A classificação como pesquisa explicativa se expressa na identificação e análise dos fatores que contribuem ou determinam a pobreza do ponto de vista da disponibilidade hídrica e que podem ser representadas por meio de um índice de pobreza hídrica adequado para o semiárido cearense e que pretende apresentar a situação atual das comunidades, explicitando as relações envolvidas.

Por fim, quanto à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para apoiar a gestão, de modo que a aplicação prática dos resultados colabore para a solução de problemas específicos e envolve os interesses de desenvolvimento das localidades através da apresentação gráfica dos resultados do cálculo do Índice de Pobreza Hídrica (IPH).

Todas as etapas da pesquisa estão apoiadas em uma vasta revisão do referencial teórico e metodológico.

Os materiais e metodologias utilizados nas etapas da pesquisa compreendem:

- Revisão bibliográfica. A revisão possibilita montar um quadro teórico que serve de base para identificar conceitos e variáveis relacionadas à pobreza e à água voltadas à realidade do semiárido cearense.
- Escolha da área a ser trabalhada e da escala espaço-temporal a ser adotada. Para a escolha da área foram considerados alguns elementos tais como a fragilidade ambiental das áreas das nascentes devido às características físico-climatológicas e as condições socioeconômicas da população.
- Trabalho de coleta de dados secundários nos órgãos de gestão de recursos hídricos (COGERH) e consultas em sítios de órgãos governamentais de pesquisa (IBGE, ANA, IPEA, IPECE, SRH,

SOHIDRA, CPRM, CONAMA, COMPAN, FUNCEME, FIOCRUZ) pela Internet.

- Trabalho de campo para levantamento de dados sociais com questionário semi-aberto.
- Conferência das classes apresentadas pelo mosaico das imagens de satélite e a paisagem local para a definição das unidades geoambientais (SOUZA, 2000) para apoiar a Análise Ambiental (OLIVEIRA & SOUZA, 2005) necessárias à componente Ambiente.
- Trabalho de laboratório para comparar o trabalho de campo com os dados secundários, fazendo a checagem com as imagens de satélite sob a ótica da Análise Ambiental (OLIVEIRA & SOUZA, 2003).
- Trabalho de laboratório para análise e tratamento de imagens de sensoriamento remoto CBERS-2, fornecidas pelo site do INPE (151/106 e107-06/11/2007, 152/106 e107-15/07/2008 e 153/106 e 107-07/09/2008) e tratadas com o software Arcgis 9.3 (na FUNCEME em 2010).
- Trabalho de laboratório para análise e tratamento de dados secundários para a construção do IPH e outros gráficos com dados socioeconômico e ambientais.

A metodologia se apóia no modelo desenvolvido por Luna (2007), que trouxe uma adaptação para o semiárido brasileiro, agrupando a componente Recurso com a componente Uso, transformando-os na componente Disponibilidade para evitar os desvios dos resultados dos municípios que abrigam em seus limites territoriais os grandes açudes. Além da adaptação própria do modelo de Luna, as componentes tiveram suas variáveis adaptadas e foram normalizadas utilizando Valores de Referência (VI), para melhor representação dos resultados.

Para este trabalho, o ajuste metodológico mais importante foi aplicado na componente Ambiente pela necessidade de maior detalhamento da informação. Os ajustes se realizaram através da inserção de novas variáveis que representassem mais fielmente os cenários da área deste estudo. Essa adaptação se justifica pelas características edafoclimáticas das áreas que já apresentam processos de degradação ambiental irreversíveis, tendendo à desertificação, incluindo as áreas das nascentes dos rios Poti e Jaguaribe.

Os dados fornecidos ao modelo são: a) dados secundários coletados de fontes oficiais pela impossibilidade de compilar todas estas informações, b) dados coletados por entrevistas aplicadas referentes à componente Acesso, c) dados para a componente Ambiental que resultaram de uma ponderação de acordo com a observação de campo; as atividades de campo, que foram acompanhadas de uma planilha em forma de gabarito, que serve para valorar as variáveis que compõem a componente, utilizando os Valores de Referência (VI) normalizados conforme a adaptação proposta.

Para a construção das componentes, a escolha das variáveis deve ser feita a partir de critérios que melhor representem o problema e sempre necessitam de ajustes específicos de acordo com a escala do estudo. Pelas características da área foram considerados alguns elementos, tais como, a fragilidade ambiental das áreas, pois parte delas abriga as nascentes dos Rios Poti e Jaguaribe. Devido às características biofísicas e climatológicas, além das condições socioeconômicas da população dos municípios.

Para normalizar as variáveis para possibilitar o cálculo e obter dos valores das componentes, aplicamos métodos estatísticos para encontrar a mediana dos dados, gerando os Valores Indicadores (V.I.) de 01 (pior) a 05 (melhor). O uso da média aritmética, por si só, não deve ser considerada por tratar-se de medidas para informações de natureza diversa e a tendência central deve ser considerada, para corrigir as distorções. Na composição das faixas, utilizaram-se a variância e desvio padrão para a delimitação dos intervalos das classes de acordo com a variabilidade e distribuição dos índices e assim gerar os Valores Indicadores (escores). (OLIVEIRA, 2009)

O modelo geoestatístico aplicado foi o adaptado para o semiárido brasileiro por Luna em 2007 e muitas alterações foram necessárias para que os resultados pudessem ser validados. Utilizaram-se os componentes do modelo de Luna, detalhando e complementando as variáveis do cálculo da componente.

Para a normalização dos indicadores sociais, utilizamos a relação entre os indicadores sociais locais e os melhores indicadores municipais do semiárido, no caso o município de Sobral no norte do estado. Para a obtenção dos valores das componentes, as variáveis foram normalizadas através da mediana dos dados, gerando os Valores Indicadores (V.I.) de 01 (pior) a 05 (melhor). O resultado indica o percentual relativo sendo considerado o valor 5 para os valores indicadores de

Sobral, sendo criadas as faixas e seu respectivo escore. Este escore compõe o cálculo da componente e a seguir o cálculo do IPH. Não houve ponderação na criação das faixas, assim para todas as componentes foram estabelecidos o peso igual a 1.

O uso da média aritmética, por si só, não deve ser considerada por tratar-se de uma medida de tendência central, para corrigir as distorções utilizou-se os a variância e desvio padrão para a delimitação dos intervalos das classes (faixas) de acordo com a variabilidade e distribuição dos índices e gerar os Valores Indicadores (escores). (OLIVEIRA, 2009).

A seguir apresentamos a descrição das componentes e as sub-componentes conforme o resultado da escolha das variáveis envolvidas no cálculo do Índice. (Sullivan (2000, 2003), Abraham (2005) e Luna (2007) e a proposta para as variáveis da componente Ambiente (SOUZA & OLIVEIRA *in*: GAISER, 2003))

Apresentamos as tabelas e quadros com as variáveis envolvidas, seus valores numéricos e as faixas referentes aos Valores de Referência para a construção da referida componente, conforme o modelo do IPH descrito no capítulo 2.

DISPONIBILIDADE - Trata da oferta dos recursos superficiais, subterrâneos e a cobertura de água encanada, subtraídas as demandas para irrigação.

| MUNICIPIO | VOLUME AÇUDES (%) | VI | | |
|-----------------|----------------------|----|----------------|----|
| Crateús | 68,85 | 4 | % | VI |
| Independência | 58,60 | 3 | Acima 81% | 5 |
| Novo Oriente | 77,90 | 4 | entre 61 a 80% | 4 |
| Parambu | 70,70 | 4 | entre 41 a 60% | 3 |
| Quiterianópolis | 96,80 | 5 | entre 21 a 40% | 2 |
| Tauá | 58,48 | 3 | abaixo de 20% | 1 |

Fonte: COGERH – 2008

| MUNICIPIO | DEMANDA IRRIGAÇÃO | VI | | |
|-----------------|----------------------|----|-----------------------------|----|
| Crateús | sim | 1 | IRRIGAÇÃO (-) | VI |
| Independência | não | 0 | sim | 1 |
| Novo Oriente | não | 0 | não | 0 |
| Parambu | não | 0 | * valor subtraído da oferta | |
| Quiterianópolis | não | 0 | | |
| Tauá | sim | 1 | | |

Fonte: CPRM – 2008

ACESSO – Refere-se a distância e tempo gasto na coleta de água, número de mulheres envolvidas na coleta de água potável, a cobertura de água encanada e a existência de conflitos pelos diversos usos da água.

| MUNICIPIO | VI | | |
|-----------------|----|---|----|
| Crateús | 3 | DISTANCIA DA FONTE | VI |
| Independência | 3 | Abastecimento domiciliar (100% potável, o ano inteiro) | 5 |
| Novo Oriente | 3 | Abastecimento domiciliar (100% potável, em mais de 6 meses no ano) | 4 |
| Parambu | 3 | Menos de 500m (ou abastecimento domiciliar com água de baixa qualidade) | 3 |
| Quiterianópolis | 3 | Entre 2 km e 1 km (da fonte potável) | 2 |
| Tauá | 3 | Acima de 2 km (da fonte potável) | 1 |

| MUNICIPIO | VI |
|-----------------|----|
| Crateús | 3 |
| Independência | 3 |
| Novo Oriente | 3 |
| Parambu | 3 |
| Quiterianópolis | 3 |
| Tauá | 3 |

| DISTANCIA DA FONTE DE ÁGUA POTÁVEL | VI |
|---|----|
| Abastecimento domiciliar pela rede publica | 5 |
| Abastecimento domiciliar com cisternas e poços | 4 |
| Abastecimento domiciliar deficiente, complementado por coleta, poços, chafarizes até 500m | 3 |
| Coleta distante entre 1,90 km e 0,5 km (da fonte potável) | 2 |
| Coleta distante mais de 2 km | 1 |

| MUNICIPIO | COBERTURA ÁGUA ENCANADA (%) | VI |
|-----------------|--------------------------------------|----|
| Crateús | 91,03 | 5 |
| Independência | 90,02 | 5 |
| Novo Oriente | 93,03 | 5 |
| Parambu | 79,80 | 4 |
| Quiterianópolis | 92,92 | 5 |
| Tauá | 84,40 | 5 |

| % | VI |
|----------------|----|
| Acima 81% | 5 |
| entre 61 a 80% | 4 |
| entre 41 a 60% | 3 |
| entre 21 a 40% | 2 |
| abaixo de 20% | 1 |

Fonte: IPECE - Perfil Básico Municipal (PBM) 2009

| MUNICIPIO | VI |
|-----------------|----|
| Crateús | 0 |
| Independência | 0 |
| Novo Oriente | 0 |
| Parambu | 0 |
| Quiterianópolis | 0 |
| Tauá | 0 |

| EXISTENCIA DE CONFLITOS | VI |
|-------------------------|----|
| Sim | 1 |
| Não | 0 |

| MUNICIPIO | VI |
|-----------------|----|
| Crateús | 2 |
| Independência | 2 |
| Novo Oriente | 2 |
| Parambu | 2 |
| Quiterianópolis | 2 |
| Tauá | 2 |

| % MULHERES ENVOLVIDAS NA COLETA | VI |
|---------------------------------|----|
| 0% (abastecimento domiciliar) | 5 |
| De 1 a 20% de mulheres | 4 |
| Entre 21% e 40% mulheres | 3 |
| De 41 a 80% de mulheres | 2 |
| Acima de 80% de mulheres | 1 |

CAPACIDADE - demonstra o desenvolvimento econômico e social das comunidades da área.

| MUNICIPIO | IDM-GLOBAL | VI |
|-----------------|------------|----|
| Crateús | 34,20 | 2 |
| Independência | 22,79 | 2 |
| Novo Oriente | 25,90 | 2 |
| Parambu | 15,95 | 1 |
| Quiterianópolis | 30,65 | 2 |
| Tauá | 34,20 | 2 |

| ÍNDICE | VI |
|---------------|----|
| acima de 81 | 5 |
| entre 61 e 80 | 4 |
| entre 41 e 60 | 3 |
| entre 21 e 40 | 2 |
| abaixo de 20 | 1 |

| MUNICIPIO | PIB | VI |
|-----------------|---------|----|
| Crateús | 3330,00 | 2 |
| Independência | 2914,00 | 2 |
| Novo Oriente | 2762,00 | 2 |
| Parambu | 2408,00 | 2 |
| Quiterianópolis | 3484,00 | 2 |
| Tauá | 3330,00 | 2 |

| R\$ | VI |
|--------------------|----|
| acima de R\$ 8000 | 5 |
| entre 6100 e 8000 | 4 |
| entre 4100 e 6000 | 3 |
| entre 2100 e 4000 | 2 |
| abaixo de R\$ 2000 | 1 |

Fonte: IPECE - Perfil Básico Municipal (PBM) 2009

| MUNICIPIO | ESCOLARIDADE | VI |
|-----------------|--------------|----|
| Crateús | 92,99 | 5 |
| Independência | 89,75 | 5 |
| Novo Oriente | 100,00 | 5 |
| Parambu | 83,90 | 5 |
| Quiterianópolis | 92,62 | 5 |
| Tauá | 94,53 | 5 |

| % | VI |
|----------------|----|
| Acima 81% | 5 |
| entre 61 a 80% | 4 |
| entre 41 a 60% | 3 |
| entre 21 a 40% | 2 |
| abaixo de 20% | 1 |

| COBERTURA | | |
|-----------------|--------|----|
| MUNICIPIO | ESGOTO | VI |
| Crateús | 24,87 | 2 |
| Independência | 8,12 | 1 |
| Novo Oriente | 0,00 | 1 |
| Parambu | 0,00 | 1 |
| Quiterianópolis | 0,00 | 1 |
| Tauá | 2,98 | 1 |

| % | VI |
|----------------|----|
| Acima 81% | 5 |
| entre 61 a 80% | 4 |
| entre 41 a 60% | 3 |
| entre 21 a 40% | 2 |
| abaixo de 20% | 1 |

| MUNICIPIO | MORTALIDADE | VI |
|-----------------|-------------|----|
| Crateús | 22,90 | 4 |
| Independência | 23,70 | 4 |
| Novo Oriente | 18,70 | 5 |
| Parambu | 20,10 | 4 |
| Quiterianópolis | 27,50 | 4 |
| Tauá | 16,20 | 5 |

| % | VI |
|----------------|----|
| abaixo de 20% | 5 |
| entre 21 a 40% | 4 |
| entre 41 a 60% | 3 |
| entre 61 a 80% | 2 |
| Acima 81% | 1 |

Fonte: IPECE - Perfil Básico Municipal (PBM) 2009

AMBIENTE – Trata das variáveis biofísicas envolvidas nos processos de degradação ambiental.

| MUNICIPIO | DECLIVIDADE (VI) | DECLIVIDADE | | |
|-----------------|------------------|---------------------|-----------|------|
| | | | faixa | V.I. |
| Crateús | 4 | Plano | 0 – 3° | 5 |
| Independência | 3 | Suave ondulado | 3 – 8 ° | 4 |
| Novo Oriente | 3 | Ondulado | 8 – 15 ° | 3 |
| Parambu | 2 | Fortemente Ondulado | 15 – 45 ° | 2 |
| Quiterianópolis | 2 | Montanhoso | > 45 ° | 1 |
| Tauá | 3 | | | |

| MUNICIPIO | FISIONOMIA VEGETAL (VI) | FISIONOMIA VEGETAL | | |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------------|----------|------|
| | | | faixa | V.I. |
| Crateús | 3 | Predominância estrato arbóreo alto | > 5 m | 5 |
| Independência | 2 | Predominância estrato arbóreo | 3 – 5 m | 4 |
| Novo Oriente | 3 | Predominância estrato arbustivo médio | 1 – 3 m | 3 |
| Parambu | 3 | Predominância estrato arbustivo baixo | 0,5 a 1m | 2 |
| Quiterianópolis | 3 | Pasto | | 1 |
| Tauá | 3 | | | |

| MUNICIPIO | COBERTURA VEGETAL (VI) | COBERTURA VEGETAL | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|-----------|------|
| | | | faixa | V.I. |
| Crateús | 3 | Cobertura primária/secundária | 75% | 5 |
| Independência | 2 | Cobre entre | 54 – 75 % | 4 |
| Novo Oriente | 3 | Cobre entre | 32 - 53 % | 3 |
| Parambu | 2 | Cobre entre | 15 – 45 % | 2 |
| Quiterianópolis | 3 | Cobre entre | < 10 % | 1 |
| Tauá | 2 | | | |

| MUNICIPIO | ERODIBILIDADE (VI) | ERODIBILIDADE | | |
|-----------------|--------------------|------------------------|-----------|------|
| | | | faixa | V.I. |
| Crateús | 4 | Baixa susceptibilidade | | 5 |
| Independência | 3 | Erosão laminar ligeira | 3 – 8 % | 4 |
| Novo Oriente | 4 | Erosão com sulcos | 8 – 15 % | 3 |
| Parambu | 4 | Erosão com ravinas | 15 – 45 % | 2 |
| Quiterianópolis | 4 | Ravinas e Voçorocas | < 10 % | 1 |
| Tauá | 2 | | | |

| MUNICIPIO | PROFUNDIDADE DO SOLO (VI) |
|-----------------|---------------------------|
| Crateús | 3 |
| Independência | 2 |
| Novo Oriente | 3 |
| Parambu | 3 |
| Quiterianópolis | 3 |
| Tauá | 2 |

| PROFUNDIDADE DO SOLO | V.I. |
|----------------------|------|
| > 100 cm | 5 |
| Entre 100 cm e 50 cm | 4 |
| Entre 50 cm e 30 cm | 3 |
| Entre 30 cm e 10 cm | 2 |
| < 10 cm | 1 |

5. CÁLCULO DO ÍNDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH) PARA MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO DO CEARÁ, BRASIL

Conforme descrito na metodologia, foram tratados dados de natureza diversa e para que as informações selecionadas pudessem participar da composição do Índice de Pobreza Hídrica (IPH) foram normalizados pela mediana e os quartis para a construção dos intervalos que compõe os Valores Indicadores (VI).

Apresentamos abaixo as tabelas e quadros de cada componente que participa do cálculo do IPH, demonstrando quais as variáveis envolvidas, seus valores numéricos e os intervalos referentes aos Valores de Referência, este é o valor que é computado para a construção da referida componente e por fim do próprio IPH, conforme o modelo descrito no capítulo 3.

DISPONIBILIDADE - Trata da oferta dos recursos superficiais, subterrâneos e a cobertura de água encanada, subtraídas as demandas para irrigação.

RESULTADO DA COMPONENTE DISPONIBILIDADE

| MUNICÍPIO | OFERTA SUPERFICIAL | OFERTA SUBTERRANEA | COBERTURA AGUA ENCANADA | DEMANDA IRRIGAÇÃO | INDICADOR |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|-----------|
| Crateús | 4 | 2 | 5 | 1 | 3,3 |
| Independência | 3 | 2 | 5 | 0 | 3,3 |
| Novo Oriente | 4 | 2 | 5 | 0 | 3,7 |
| Parambu | 4 | 2 | 4 | 0 | 3,3 |
| Quiterianópolis | 5 | 2 | 5 | 0 | 4,0 |
| Tauá | 3 | 2 | 5 | 1 | 3,0 |

A componente Disponibilidade tem grandes flutuações sazonais e implicam em resultados pouco claros uma vez que outros componentes não apresentam a mesma dinâmica. Os meses de chuva elevam os níveis dos reservatórios aumentando o volume de água, mas devemos lembrar que nas enchentes muitos ao carreados para os reservatórios, a falta de infraestrutura de saneamento piora a situação da qualidade da água. A abundância do recurso não garante a qualidade e a disponibilidade, o acesso e a capacidade econômica. Os indicadores sociais são calculados sobre informações que podem ser atualizadas até de década em

década, deste modo devemos compreender a composição do modelo para fazer as correções e ajustes.

ACESSO – Refere-se a distância e tempo gasto na coleta de água, número de mulheres envolvidas na coleta de água potável, a cobertura de água encanada e a existência de conflitos pelos diversos usos da água. Dados coletados na viagem de campo com questionários e entrevistas semi-abertas.

RESULTADO DA COMPONENTE ACESSO

| Município | Distancia da coleta | Cobertura água encanada | % Mulheres envolvidas na coleta | Conflitos (1=sim, 0=não) | Indicador |
|-----------------|---------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------|
| Crateús | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Independência | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Novo Oriente | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Parambu | 3 | 4 | 2 | 0 | 3,00 |
| Quiterianópolis | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |
| Tauá | 3 | 5 | 2 | 0 | 3,33 |

CAPACIDADE - demonstra o desenvolvimento econômico e social das comunidades da área.

RESULTADO DA COMPONENTE CAPACIDADE

| MUNICIPIO | IDM-GLOBAL | PIB | TAXA ESCOLARIDADE ENSINO FUNDAMENTAL | MORTALIDADE INFANTIL | COBERTURA SANITÁRIA (ESGOTO) | INDICADOR CAPACIDADE |
|-----------------|------------|-----|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| Crateús | 2 | 2 | 5 | 4 | 2 | 3,0 |
| Independência | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2,8 |
| Novo Oriente | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 3,0 |
| Parambu | 1 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2,6 |
| Quiterianópolis | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2,8 |
| Tauá | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 3,0 |

É visível que a prosperidade no sertão está baseada em relações de apoio as pessoas mais carentes, com grande relevância os projetos de subsidio para a composição da renda familiar, implantados pelo Governo Federal. As relações entre a agricultura, os solos e lavouras, hoje tomam outros matizes e a renda municipal se eleva, aquecendo o comercio local e melhorando a qualidade de vida no semiárido.

AMBIENTE – Trata das variáveis biofísicas envolvidas nos processos de degradação ambiental. Dados coletados em campo, analisados junto a imagens de sensoriamento remoto, em campo para ajustar a localização e as classes para posterior ajustes das informações.

RESULTADO DA COMPONENTE AMBIENTE

| MUNICIPIO | DECLIVIDADE DO TERRENO | PADRÃO FISIONOMICO DA VEGETAÇÃO | COBERTURA VEGETAL (primária/secundária) | PROFUNDIDADE DO SOLO | ERODIBILIDADE | INDICADOR |
|-----------------|------------------------|---------------------------------|---|----------------------|---------------|-----------|
| Crateús | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,3 |
| Independência | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,3 |
| Novo Oriente | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,0 |
| Parambu | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2,5 |
| Quiterianópolis | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2,8 |
| Tauá | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,5 |

As questões relacionadas ao uso da terra apresenta os ponto críticos na manutenção dos ecossistemas e das comunidades. Além das dificuldades relacionadas ao meio físico e as características climáticas, a falta de políticas publicas eficientes agravam os indicadores da economia do semiárido, colaborando para a manutenção da pobreza, que muitas vezes é, equivocadamente, relacionada diretamente às questões hídricas.

Os resultados apresentados pela pesquisa indicam que a Pobreza Hídrica está claramente associada às questões ambientais, indo além da deficiência na disponibilidade e no acesso, com reflexo direto na capacidade econômica das comunidades do semiárido .

RESULTADO DO INDICE DE POBREZA HÍDRICA (IPH)

| MUNICIPIO | DISPONIBILIDADE | ACESSO | CAPACIDADE | AMBIENTE | IPH |
|-----------------|-----------------|--------|------------|----------|------|
| Crateús | 3,3 | 3,3 | 3,0 | 3,3 | 3,23 |
| Independência | 3,3 | 3,3 | 2,8 | 2,3 | 2,93 |
| Novo Oriente | 3,7 | 3,3 | 3,0 | 3,0 | 3,24 |
| Parambu | 3,3 | 3,0 | 2,6 | 2,5 | 2,86 |
| Quiterianópolis | 4,0 | 3,3 | 2,8 | 2,8 | 3,23 |
| Tauá | 3,0 | 3,3 | 3,0 | 2,5 | 2,95 |

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) se apresenta como um instrumento de apoio às ações para a gestão integrada dos recursos hídricos nas áreas áridas e semiáridas. Utilizado em vários países da África e da América do Sul, pode ser utilizado como um Indicador auxiliar para o controle da desertificação. Para a aplicação a nível local, sua metodologia necessita de ajustes em suas componentes, como a mudanças de algumas variáveis para representar, com mais proximidade, a realidade. Apenas a ponderação das variáveis não se mostra suficiente para este ajuste. Para este trabalho foram necessários ajustes metodológicos para aproximar os resultados da realidade local.

A utilização de indicadores como instrumentos de avaliação do desempenho em determinado tema deve ser cuidadosamente aplicados, pois algumas vezes não devem ser utilizados com exclusividade pelas distorções que os modelos podem apresentar, dependendo das características e peculiaridades locais. Nesse estudo ficou evidente que pequenas oscilações nas variáveis podem mascarar os resultados, sendo impossível se considerar apenas este indicador para uma eficaz gestão dos recursos hídricos no semiárido cearense.

Especificamente para a área de estudos foi imprescindível que as variáveis ambientais fossem tratadas de maneira detalhada haja vista a importância dos recursos naturais para a manutenção da produtividade das terras e a manutenção do homem no campo. Os resultados apontam que a pobreza nestes municípios está associada mais às questões ambientais, a concentração de renda e as dificuldades estruturais para a implantação de uma cadeia produtiva sustentável e não somente pelas questões referentes a disponibilidade hídrica e o acesso às fontes.

Outra observação diz respeito aos fatores climáticos que não são tratados pelo método original. Deste modo, podemos ter um desvio da realidade sobre a situação do volume de água disponível pela sazonalidade pluviométrica característica do semiárido cearense, uma vez que não considera o Balanço Hídrico, que se apresenta deficitário na maior parte do ano, com o volume evaporado superior ao volume das precipitações. Deste modo, apesar dos açudes e poços apresentarem uma considerável capacidade em volume de água disponível, não podemos afirmar que haja abundância na oferta, pelo déficit hídrico, presente na maior parte do ano. As políticas do Governo do Estado relacionadas ao aumento da cobertura do serviço de água encanada também veio modificar a componente Acesso, pois a coleta em fontes, poços, chafarizes, além da construção de cisternas são instrumentos para diminuir a dificuldade de acesso ao recurso, uma vez que não é garantida a potabilidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

Deste modo podemos afirmar que o modelo aqui utilizado, mesmo com os ajustes propostos não reflete com segurança a relação entre as questões referentes a oferta hídrica e a pobreza das comunidades locais, uma vez que distorções se evidenciam pela dinâmica climática do semiárido cearense, que altera o resultado da componente Disponibilidade relacionada à oferta hídrica,. A sazonalidade pluviométrica provoca diferenças na oferta, em períodos distintos em um mesmo ano, pois o volume estocado diminui a Pobreza Hídrica quando a oferta hídrica é maior. Em anos distintos, se houver diferenças consideráveis na pluviosidade, os dados também se modificam o índice, sem necessariamente influenciar no resultado da componente Capacidade, que trata dos indicadores socioeconômicos. O componente Acesso também pode apresentar números mais favoráveis pela abrangência da cobertura de água encanada, sendo que a qualidade do recurso não é garantida.

Outra questão importante é que os dados socioeconômicos não são atualizados rapidamente como os indicadores de oferta hídrica, mantendo a componente Capacidade com valores idênticos nos mesmos períodos onde a oferta hídrica sofre variações. Sendo necessário que na normalização dos dados, as datas de referência sejam adequadas.

A pesquisa revelou que os modelos geoestatísticos não podem ser aplicados indistintamente em vários locais e em épocas diferentes sem que a metodologia seja devidamente ajustada e homologada. E que seus resultados precisam ser validados a partir de uma análise integrada que possa demonstrar os desvios que possam ocorrer na sua aplicação.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM E.M, BEEKMAN G. B. (editores) – **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**. E. Martin Fierro. Mendoza. Argentina 2006.

ABRAHAM E.M, TORRES, L.M. **Estado del Arte en el Uso de Indicadores y Puntos de Referencia en la Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en América Latina y el Caribe**. Revista INTERCIENCIA, Vol 32, pag. 827-833. Caracas, Venezuela. 2007.

Banco Mundial. **Banco Mundial e os Recursos Hídricos**. Brasil. 1999.

BNB e FUND JOAQUIM NABUCO, **Série Estudos Sobre a Seca, vols 1 a 5**. Recife, PE (2002).

CARNEIRO, A.P., SILVA, H. P da, ABRAHAM, H., SUBIRANA, TOMASONI, M., **Uso da água nas terras secas da Iberoamérica: indicadores de eficiência hidro-ambiental e sócio-econômica**. Revista Ecossistemas, Vol 17. Espanha. 2008.

CHACON (2008) **O sertanejo e o caminho das águas** – BNB – Fortaleza, 2008.

CLARKE, R e KING, J. **O Atlas da água**. Publifolha. São Paulo, 2005.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Boletim da Rede Monitoramento da Qualidade da Água - Ceará 2008**, in:
<http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/monitoramento-quantitativo-e-qualitativo-dos-recursos-hidricos/boletins-qualitativos/boletins/acudes/> acesso em: 20/12/2009.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Nível dos Açudes**, in:
http://portal.cogerh.com.br/?cod_bacia=1&bacia=Bacia%20do%20Alto%20Jaguaribe&dadosboletimunico_template%3Amethod=Pesquisar? acesso em 28/12/2009.

IBGE – **Indicadores Socioeconômicos e Estimativa Populacional 2008** in:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/POP2008_DOU.pdf acesso em 30/01/2009.

IBGE – **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA** in:
<http://www.sidra.ibge.gov.br/> acesso em 28/07/2009.

FUNCEME. **Dados de Temperatura e Pluviosidade**. 2009. in: www.funceme.br, acesso em 25/07/2009.

IPECE – **Perfil Básico Municipal 2008**, in: www.ipece.ce.gov.br/pbm/ acesso em 20/07/2009

GOMES, G. M., SOUZA, H.R., MAGALHÃES, A.R. (orgs) **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste** – IPEA, Brasília. 1995.

HOLANDA, F.J.M. **Erosão Dos Solos , Praticas Conservacionais** , SEBRAE/CE 1999.

IICA, **Projeto Áridas**, 1995 in: http://www.iica.org.br/Docs/DESERT/aridas_final.pdf acesso em 30/05/2009

LUNA, R. M. **Desenvolvimento do Índice de Pobreza Hídrica para o Semi-Árido Brasileiro**. Tese de doutorado. UFC. Ceará, 2007.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos **SRH. PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – Documento de Introdução**. Brasília, 2004.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos **ATLAS das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil** . Brasília, 2007.

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-Verlag. 2003.

OLIVEIRA, V.P. V de **Prospección, Caracterización y Cartografía Edafopaisajística en una Región Montañosa del “Sertão” o Semiárido Brasileiro: La Sierra de Uruburetama (Ceará-Brasil)**. Universidad de Almería. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Tese Doctoral. Almería, 2002.

RIBEIRO, J.W. **Geografia Política da Água**. Ed Ana Blume. São Paulo, 2008.

SILVA, R.M.A. da (2008) **Entre o combate a seca e a convivência com o semi-árido** – BNB – Fortaleza, 2008

SOUZA, M. J. N de, **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará**. Revista de Geologia, UFC, Ceará, 1988.

SOUZA, M. J. N de, **Bases Naturais e Esboço do Zonamento Geoambiental do Estado do Ceará**. in LIMA, L.C., MORAIS, J.O. de, SOUZA, M. J. N de. Compartimentação e Territorial e Gestão Regional do Ceará. Ed. Funece. Fortaleza CE, 2000.

SOUZA, M. J. N. de (relator), **Panorama da Desertificação No Ceará. Grupo Permanente de Combate à Desertificação**, GPCD, CE. 2005.

SOUZA, M. J. N. de, **Contexto Geoambiental do Semi-árido do Ceará: Problemas e Perspectivas**. in: SOBRINHO, J. F., FALCÃO, C. L. da C. (org). **Semi-árido : diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral, Ce : Sobral, 2006. pag.14-33.

SOUZA, M.J.N y OLIVEIRA, V. P.V de. **Semi-árido do Nordeste do Brasil e o Fenômeno da Seca in: Desastres Naturales em América Latina**. Fondo de Cultura Económica. México. 2002. pag.207-221

SRH – **Atlas On Line SRH 2009**, in: <http://atlas.srh.ce.gov.br/> , acesso em 20/07/2009.

SULLIVAN, C. **The Water Poverty Index: A tool for monitoring and prioritisation in the water sector**, CEH Wallingford , Oxford, England. 2003 in: <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/wpi/> - acesso em 16/11/2008.

SULLIVAN, C. **Method to develop and describe community level Water Proverty Index scores**, CEH Wallingford, Oxford, England, 2005. in: <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/wpi/> - acesso em 20/11/2008.

SULLIVAN, C. MEIGH, J. LAWRENCE, P. **Application of the Water Poverty Index at Different Scales: A Cautionary Tale, Agriculture Ecosystems and the Environment**, CEH Wallingford, Oxford, England. 2005.

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

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. 2ª. Ed. RiMa Editora, São Carlos, SP. 2005.

WALLACE, J. S., ACREMAN , M. C. e SULLIVAN , C. A. **The sharing of water between society and ecosystems: from conflict to catchment-based co-management**. The Royal Society, London, England. 2003.