

**Ministério da Educação
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**

**O USO DOS SOLOS NAS MICROBACIAS
HIDROGRÁFICAS DO RIO CARAPARÚ NO
MUNICÍPIO DE SANTA IZABEL DO PARÁ**

JOÃO DOS SANTOS CARVALHO

NS: 19013

1294/tese

**BELÉM
2002**

Ministério da Educação
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

O Uso dos Solos nas Microbacias Hidrográficas do Rio Caraparú no Município de Santa Izabel do Pará

J o ã o d o s S a n t o s C a r v a l h o

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará,
como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área
de concentração Solos e Nutrição de Plantas para obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama

Belém
2002

Carvalho, João dos Santos

O uso dos solos nas microbacias hidrográficas do rio Caraparú no município de Santa Izabel do Pará / João dos Santos Carvalho – Belém: FCAP, 2002. 92f.: il. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Curso de Pós-Graduação em Solo e Nutrição de Plantas. 1. Bacia hidrográfica – Morfometria. 2. Rio Caraparú – Microbacias. 3. Uso do Solo – Planejamento e Gestão. I Título.

CDD – 33373098115

Ministério da Educação
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

O Uso dos Solos nas Microbacias Hidrográficas do Rio Carapará no Município de Santa Izabel do Pará

João dos Santos Carvalho

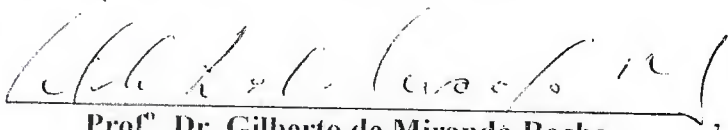
Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovado em 25 de outubro de 2002

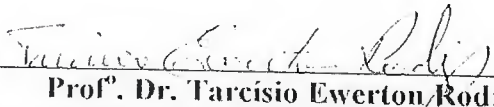
BANCA EXAMINADORA



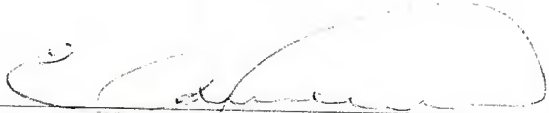
Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama
Orientador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-FCAP



Prof. Dr. Gilberto de Miranda Rocha
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Tarcísio Ewerton Rodrigues
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-FCAP



Prof. Dr. Eduardo Jorge Maklouf Carvalho
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Às pessoas que me apoiam e/ou representam minha necessidade de ir em frente como minha mulher Sônia Batista e meus filhos Valéria, Márcio, Rogério, Joana, João e Raul.

Aos amigos que me destinam consideração e respeito, impulsionando-me de maneira ética para um caminho de vontade, sobretudo, de ajudar o mundo a conquistar a boa qualidade de vida, corroborada pela confiança na ciência e pela prática da cidadania com justiça e dignidade social, que possibilite políticas de transformação em países como Brasil, que bem merece um governo popular, de atitudes democráticas voltadas aos menos favorecidos.

Às vítimas de qualquer modalidade de terrorismo, sobretudo aos pobres do Afeganistão, Iraque e Palestina que sofrem com o resultado de preconceitos social, étnico e religioso que alimentam a violência, inclusive estatal contra esses povos, que são tolhidos da soberania, do respeito e da dignidade pela imposição de guerras mais cruéis que os atos que as justificam.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará pela oportunidade que o Curso de Mestrado em Agronomia, que acabo de realizar;

À Universidade Federal do Pará pela importante contribuição da vida acadêmica e experiência docente;

À CAPES, pela contribuição, financiando parte deste projeto;

Ao meu orientador Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama, pela disponibilidade de um diálogo franco e equilibrado com o qual apoiou esta linha de raciocínio que resultou neste trabalho;

Ao companheiro do NAEA/UFPA, Geólogo Carlos Romano, pela contribuição ao projeto técnico-instrumental que ilustra os textos deste trabalho;

Aos companheiros da biblioteca da EMBRAPA, em especial, ao Sebastião, ao José Maria, ao José de Ribamar e ao Edilberto, pela presteza no momento da pesquisa bibliográfica;

Aos bibliotecários Nazaré Matos (FCAP); Izanira Coutinho e Sílvio Leopoldo (EMBRAPA), pela orientação normativa e estrutural da dissertação;

À todos que, direta e/ou indiretamente, contribuíram para este resultado.

*“Num texto, a primeira e a última frase são
empres muito importantes: elas indicam, geral-
mente, não apenas o começo e o fim, mas tam-
bém as características essenciais do texto”*

Michel Clévenot

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	001
2. REVISÃO DA LITERATURA	003
2.1 O SOLO	003
2.1.1 Fertilidade	005
2.1.2 Aptidão Agrícola	007
2.1.3 Manejo	008
2.1.3.1 Potencial de Mecanização	010
2.1.3.2 Susceptibilidade à Erosão	011
2.2 DIAGNÓSTICO & MICROBACIA	011
2.2.1 Sensoriamento Remoto na Relação Solo/Drenagem	015
2.2.1.1 O Diagnóstico	016
2.2.1.2 Morfometria da Bacia Hidrográfica	018
Área de Drenagem	019
Sistema de Drenagem	020
Padrão de Drenagem	021
3. MATERIAL E MÉTODO	023
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	025
4.1 A MICROBACIA HIDROGRÁFICA	025
4.1.1 Tamanho da Microbacia Hidrográfica	026
4.1.2 Microbacia Como Unidade de Conservação	032
4.2 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPARÚ	034
4.2.1 Caracterização Morfométrica	035
4.2.1.1 Área de Drenagem	035
4.2.1.2 Sistema de Drenagem	035
Ordenamento dos Canais	035
Densidade de Drenagem	037
4.2.2 Caracterização Física	037
4.2.2.1 Aspectos da Geologia	037
4.2.2.2 Aspectos da Geomorfologia	037
4.2.2.3 Aspectos da Cobertura Vegetal	039
Floresta Equatorial Subperenifólia	039
Floresta Equatorial Higrófila de Várzea	039
Vegetação Secundária	040
Pastagem	040
Área Cultivada	041

4.2.2.4 Aspectos Climáticos	041
Circulação do Ar	041
Pluviosidade	042
Temperatura do Ar	042
Umidade Relativa do Ar	042
Insolação e Nebulosidade	043
Evaporação	043
Balanço Hídrico	043
4.2.2.5 Aspectos dos Solos	044
Argissolos Amarelos (PA _{d1} e PA _{d3})	046
Latosolo Amarelo (LAd)	046
Gleissolo Háplico (GXbd ₁ ; GXbd ₂) e Neossolo Flúvico (RUbd)	047
Neossolo Quartzarênico Órtico Latossólico (RQ)	047
4.2.2.6 Aspectos do Uso da Terra	048
Aptidão Agrícola das Terras	048
Ocupação das Terras	050
4.2.3 Caracterização Socioeconômica	055
4.2.3.1 Histórico da Ocupação	056
População	057
Formas de Ocupação	059
4.2.3.2 Infraestrutura e Socioeconomia Local	059
Sistema Educacional	061
Sistema de Saúde	061
Sistema de Comunicações	062
Organização Politico-social	063
4.3 GESTÃO DO RECURSO SOLO	064
4.3.1 Gestão e Uso do Solo	065
4.3.1.1 Planejamento	069
4.3.1.2 Delineamento das Sub-bacias do Rio Caraparú	078
Sub-bacia Hidrográfica Médio-Baixo Caraparú (Unidade Geoambiental - 1)	079
Sub-bacia Hidrográfica Alto Caraparú-Maguarí (Unidade Geoambiental - 2)	081
Sub-bacia Hidrográfica Itá-Xiteua (Unidade Geoambiental - 3)	083
5. CONCLUSÃO	086
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	088

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Caraparú ----- 036
no município de Santa Izabel do Pará
- Figura 2. Microbacias hidrográficas do rio Caraparú, destacando as sub-bacias ----- 038
hidrográficas homogêneas que caracterizam Unidades Geoambientais
- Figura 3. Unidades de mapeamento dos solos do município de Santa Izabel do Pará, ----- 045
destacando os solos da bacia hidrográfica do rio Caraparú
- Figura 4. Sub-bacia hidrográfica Médio-Baixo Caraparú ou Unidade ----- 80
Geoambiental – 1, destacando o uso da terra na unidade
- Figura 5. Sub-bacia hidrográfica Alto Caraparú-Maguarí ou Unidade ----- 082
Geoambiental - 2, destacando o uso da terra na unidade
- Figura 6. Sub-bacia hidrográfica Itá-Xiteua ou Unidade Geoambiental – 3, ----- 084
destacando o uso da terra na unidade

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Área colhida e produção das quatro principais culturas temporárias ----- 052
da bacia hidrográfica do rio Caraparú, período 1990/2000
- Tabela 2. Área colhida e produção das principais culturas perenes ----- 053
da bacia hidrográfica do rio Caraparú, período 1990/2000
- Tabela 3. Produção de hortaliças do município de Santa Izabel do Pará ----- 054
quantidade e valor da produção em 1996
- Tabela 4. Uso da terra em três unidades geoambientais ou sub-bacias hidrográfica ----- 085
do rio Caraparú –área e porcentual da cobertura vegetal

RESUMO

O uso indiscriminado do solo nas propriedades rurais contraria o desenvolvimento local, contudo, as práticas simples de conservação podem reduzir as perdas do mesmo e recuperar a sua fertilidade natural, para isso a microbacia hidrográfica deve ser requisitada como área natural mínima de intervenção e controle dos ecossistemas; deve contribuir para a manutenção das condicionantes físicas, biológicas e químicas do solo; e integrar o ambiente das operações de manejo como espaço-célula de uma área maior, a sub-bacia hidrográfica, cujas características e semelhanças zonais correspondem a uma concepção sócio-técnica de espaço destinado ao planejamento e gestão da produção nos níveis regional e local. A bacia hidrográfica do rio Caraparú em Santa Isabel do Pará, a 40 km de Belém apresenta sub-bacias homogêneas em unidades que contém recursos naturais, nelas o solo está sujeito a processos de desgastes decorrentes da forma de cultivo que o torna passivo de depreciação econômica, e por isso requisita controle de custos e investimentos em pesquisa, tecnologia, e ações de proteção baseadas no potencial de produção e recuperação de áreas degradadas. Um diagnóstico prévio da ocupação das terras acusa uma evolução no sistema de produção que passa dos cultivos temporários para os cultivos perenes e horticultura, sugerido a elaboração de um “Plano Diretor Agrícola” com indicativo de Uso e Valorização do Solo, de acordo com as microbacias hidrográficas e unidades geoambientais que podem nortear a competitividade agrícola e revelar o produtor-gerente rural. Esses recortes são obtidos com o auxílio de pesquisa bibliográfica e interpretação de imagens do LandSat-TM subsidiados pelo geoprocessamento e pelas técnicas cartográficas aplicadas na análise morfométrica de acordo com a escala dos produtos utilizados.

Palavras-chave: Bacia do Rio Caraparú; Microbacia Hidrográfica; Planejamento e Gestão do Recurso Solo.

Fonte: CARVALHO, João dos Santos. **O uso dos solos nas microbacias Hidrográficas do rio Caraparú no município de Santa Isabel do Pará.** Belém-Pará, 2002. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Belém, 2002.

ABSTRACT

The use of the soils of indiscriminated way in the rural property contrasts the local development, however, the simple practices of conservation may reduce the loss of soil and recuperate the natural fertility. So the hydrographic microbasin must be requested as minimal natural area of intervention and control from ecosystems. It must contribute to the maintenance from physical, biologic and chemical condition of soil and integrate the environment from operation of management as cell-space from the bigger area, the hydrographic sub-basin whose characteristics and zonal resemblance correspond to a socio-technical conception of space addressed to the planning and management in the local and regional levels. The hydrography basin of Caraparú river in Santa Izabel of Pará, far from 40km it presents homogeneous sub-basin in units that contain natural resource. In this the soil is subjected to the process of abrasion because of cultivation form that it becomes passive of economic devaluation and then need the cost control and investment in research technology and actions of protection and recuperation of the degraded areas. A beginning diagnosis from land occupation accuses an evolution in the production system that pass of the temporary cultivation to the perennial and homegarden. It gets the evaluation of "an Agricultural Director Plan" with indicative of use and worthness of soil. According to the hydrographic microbasin and geoenvironmental units that may give direction the competitive agricultural and discover the rural manager-producer. That results are obtained with aid of bibliography research and interpretation of images from Landsat-TM aided by geoprocessing and by cartography techniques applied in the analyses morphometric according to the scale of the products used.

Key words: Caraparú River Hydrography Basin; Hydrography Microbasin; Planning and Management from Resource of the Soil.

Spring: CARVALHO, João dos Santos. **The use of the soils in the Caraparú river hydrography microbasin in the Santa Izabel do Pará municipality.** Belém-Pará. 2002. 103f. Dissertation (Mastership in Agronomy) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Belém, 2002.

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica da sociedade é traduzida por mudanças que se refletem na perspectiva de bem estar das populações, incluindo o melhor aproveitamento dos recursos naturais e a maior participação das comunidades locais frente ao aumento de demanda por produtos agrícolas de origem vegetal e animal. Nesse contexto o “progresso globalizado” estabelece o capital empresarial no campo e imprime maior velocidade aos empreendimentos, altera o espaço da produção e a medida que exige novas fronteiras, métodos de cultivos prejudiciais às propriedades físicas, químicas e à cobertura do solo são requisitados.

O aproveitamento dos recursos naturais determina a sustentabilidade das propriedades rurais existentes na área da bacia hidrográfica, tal como ocorre com a bacia hidrográfica do rio Caraparú, onde os padrões de exploração e manejo são incompatíveis com o equilíbrio requerido pela relação solo-planta-animal; e as atividades agrícolas e o descaso do agronegócio regional prejudicam o desenvolvimento da produção. Grande parte disso se deve à falta de visualização dos espaços naturais e dos melhores níveis técnicos de gerenciamento requisitados pelas unidades administrativas e pelos diferentes estágios de exploração do solo.

Espaços naturais mínimos são representados por microbacias hidrográficas, nas quais manchas podem ser visualizadas como favoráveis ou não às atividades antrópicas. O solo neste contexto é um microcosmo originado de elementos minerais e orgânicos consolidados por processos que envolvem a ação da água, dos microrganismos, das raízes, condições de relevo, clima e tempo. E as ações antrópicas, responsáveis pelo ambiente da produção, causam impactos sobre os fatores *bióticos* e *abióticos*, interpondo práticas que alteram o modelo estrutural das frações areia, argila e silte, influenciando no desenvolvimento da flora e fauna que se materializam sobre o solo, e se alimentam de sua energia.

Esses impactos podem ser avaliados pela pesquisa em microbacias hidrográficas, onde a integração das ações de preparo, plantio, correção, adubação, colheita e toda forma de manejo são envolvidas pela racionalização da agricultura, incluindo o controle de escassez e de desperdício de insumos agrícolas, a associação das características das culturas com as dos solos e as condições ambientais. A filosofia comunitária, que inclui os elementos jurídico-espaciais, socio-econômicos, atores sociais e as manifestações ecológicas compreendem a organização do espaço em prol do desenvolvimento local.

As perturbações imprimidas no ambiente da produção agrícola estão na razão direta das características das propriedades rurais, onde particularidades do planejamento e gestão

dos recursos naturais ou estado de conservação, em particular, do solo, como a destruição da *bioestrutura*, a compactação e/ou adensamento do terreno; o uso indiscriminado de adubos e defensivos contaminadores; a retirada desnecessária da cobertura vegetal e outras ações depreciativas das condições oferecidas pela natureza podem ser detectadas e evitadas.

O solo nesta abordagem é o elemento mais importante da microbacia hidrográfica, é o fator diferencial das semelhanças e diferenças, observadas nas propriedades físico-químicas, e relação com os tipos de culturas a ser implantadas na unidade rural; dependente do nível de conscientização ambiental dos produtores e do planejamento e gestão em prol da melhoria da qualidade de vida para o meio rural. Por isto a microbacia hidrográfica é o recorte espacial mais significativo para a definição de uso dos solos no contexto municipal, sobretudo no Estado do Pará, onde o domínio extrativista, via de regra, negligencia ou não dá atenção à conservação dos mesmos.

A microbacia hidrográfica é uma concepção sociotécnica e um instrumento político, ainda que carente de aperfeiçoamentos, capaz de articular os mecanismos de intervenção nos diversos níveis da exploração dos recursos naturais. Possibilita as estratégias de pesquisa, fomento, assistência técnica e, principalmente, de educação ambiental no setor rural, determina a concretização das intervenções nas propriedades rurais, de acordo com os projetos logísticos de acesso, infraestrutura de apoio, e características socioeconômicas da região.

Isto justifica o estabelecimento de um delineamento para as microbacias hidrográficas do rio Caraparú como proposta diagnóstica pró planejamento e gestão do recurso solo, a partir da possibilidade de reunir semelhança morfométrica, qualidade físico-ambiental e caráter socioeconômico. Enquanto recortes espaciais as microbacias podem prestar-se ao desenvolvimento local, sobretudo se homogeneizadas em subbacias maiores, reconhecidas como unidades geoambientais que abrigam os diferentes usos dos solos, como unidades de áreas representativas da região disponível ao planejamento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Primavesi (1992) é categórica ao afirmar que, “os recursos naturais básicos não são renováveis, se considerado que se gastam em escala muito maior do que são produzidos, como o oxigênio, ou se destroem mais rapidamente do que se renovam, como os solos”. E Simon (1993) reafirma esse condicionamento quando diz que a prática das queimadas e a substituição dos sistemas diversificados por outros mais simples de monoculturas, conjugados com a necessidade cada vez maior de alimentos, são os condutores para os primeiros casos de esterilização do solo e assoreamento dos rios pela erosão.

2.1 O SOLO

São muitos os autores que centram o solo como fator limitante considerando-o a riqueza mineral da região, e que sua fertilidade natural depende da proporcionalidade, qualidade e arranjo das partículas que o formam. Veiga et al. (1996), por exemplo, dizem que a baixa produtividade agrícola, em grande parte, é devida à fertilidade do solo, e que suas propriedades confrontam o maior ou menor risco à erosão que remove a camada mais superficial, geralmente mais fértil; que o uso de “áreas sem aptidão” para a lavoura e a maior densidade de propriedades por área com consequente redução de seus tamanhos, causam a retirada, quase completa, da cobertura vegetal original, contribuindo para reduzir a fertilidade.

Veiga et al. (1996) dizem que o preparo inadequado e a pulverização excessiva, são apontados como causas importantes da degradação do solo e dos mananciais de água; e que o emprego indiscriminado de implementos agrícolas e o manejo inadequado de pastagens podem causar compactação das camadas superficiais e prejudicar a estrutura do solo.

Segundo Freitas & Ker (1996) operações efetivas para proteger e/ou revelar a fertilidade do solo devem ser implementadas de acordo com o reconhecimento das aptidões, sem isso, a introdução de variedades mais produtivas ou de defensivos agrícolas, adubos e corretivos mais eficazes, terão eficiências comprometidas se o solo não for capaz de responder à aplicação de insumos e/ou se não oferecer condições ao crescimento de raízes.

As práticas de conservação do solo e da água no manejo, incluindo o preparo, o melhoramento da estrutura, a aeração, o controle do calor, a irrigação e a drenagem, são

fundamentais e suscitam a idéia da fertilidade, superada pelo conceito mais amplo de produtividade (Corrêa, 1983).

De acordo com Corrêa (1983) o conceito de produtividade engloba a própria capacidade do solo para fornecer nutrientes às plantas (fertilidade) e atributos condicionadores do maior ou menor desenvolvimento e produção, como a textura, a estrutura, a profundidade e a capacidade de retenção de água. Para ele a “boa fertilidade química”, embora essencial, não assegura o crescimento das raízes, o importante é a forma como se encontram e se movimentam o ar e a água, além das propriedades mecânicas e do regime térmico do solo que deve ter suficiente porosidade em volume, tamanho e distribuição, de maneira a assegurar condições ótimas para a retenção e movimentação da água e do ar, caracterizando dessa forma uma “fertilidade física”.

Esta discussão é importante quando a “tradicional” fertilidade química é considerada por Rodrigues et al. (1996) a principal desvantagem da bacia Amazônica, uma vez que a mesma é caracterizada pelo predomínio de tipos de solos de “baixa fertilidade natural” (mais de 70%), apesar de Medina & Oliveira Júnior (1987) afirmarem que, não a fertilidade natural ou química, mas a erosão dos solos é que representam o maior impedimento para se manter uma agricultura permanente e econômica nos trópicos úmidos. De acordo com eles, a erosão tem processo mecânico e requer energia, a maior parte da qual proporcionada pela chuva abundante na região Amazônica, a alta correlação entre a intensidade de chuva e a erosão causa dificuldades para produzir.

A situação se agrava quando se utilizam equipamentos mecanizados, e mais ainda se o preparo do solo é realizado em condições de umidade inadequada, pois causa compactação ou alteração no arranjo das partículas, tornando-o mais denso ou alterando-lhe as propriedades físicas: densidade global, porosidade e parâmetros hídricos (Silva et al., 1985).

Veiga et al. (1996), citando Sec. Agr.-RS., (1985) observaram que solos de textura argilosa apresentam maior compactação se comparados com os de textura areno-argilosa e arenosa e isto, segundo Fasolo (1996) pode representar problemas de fertilidade, conservação e manejo de água, pois em solos compactados predominam microporos ou poros capilares e os movimentos da água e do ar são dificultados. A drenagem interna é comandada pela estrutura e o aumento na porcentagem de sólidos e a importante redução do espaço ocupado pela água e pelo ar resultam na diminuição da absorção de água e nutrientes, com dificuldade de respiração, má germinação das sementes, desenvolvimento deficiente das plantas e consequente prejuízo para as colheitas. (Veiga et al., 1996).

2.1.1 Fertilidade

Para proteção da fertilidade do solo Fasolo (1996) recomenda que seu potencial seja sempre discutido, antes da implantação de qualquer projeto, sobretudo no que concerne a umidade e suas características para o uso e melhoria da lavoura; e que se deve levar em conta soluções locais para uma prática de manejo adequada ao incremento da boa produtividade.

Às vezes bastam a calagem e a adubação mineral e/ou orgânica para aumentar a “fertilidade” e permitir um melhor desenvolvimento das plantas, se houver disponibilidade de nutrientes essenciais e diminuição de elementos tóxicos, afirma Pandolfo (1996), que considera imprescindível a análise dos solos para perceber a capacidade de absorção de íons trocáveis e relações com a retenção de água e nutrientes, uma vez que a qualidade dos minerais argilosos ou silicatos secundários é fundamental no processo de retenção de água e disponibilização de nutrientes.

São minerais estratificados em partículas menores que $2\mu\text{m}$, com grandes superfícies específicas, plásticas, e capacidade de absorção de moléculas de água, segundo Schafer (1984) que explica que a capacidade de expansão-retração do solo é função da estrutura em duas, tres ou quatro camadas, e que a configuração cristalina com distâncias entre camadas define a capacidade de retenção de água e nutrientes, sugerindo que quanto maior a distância entre as camadas, maior a capacidade de retenção. Explica que nos minerais de tres e quatro camadas existem ligações entre as camadas e incorporação de íons como o potássio (K), que pode ser reduzidos na troca com moléculas de água, resultando na deposição de silicatos por causa do processo de redução que o transforma em minerais argilosos de diferentes tamanhos.

Os vegetais atuam sobre esses minerais através da intercepção radicular, pela qual o contato das raízes com as partículas do solo permite absorver nutrientes presos a fase sólida, de acordo com combinações químicas, suficientemente estáveis, para absorção de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, conforme Carvalho & Bastos (1999). Explicam, estas autoras que a solução do solo carrega íons às raízes pelo fluxo de massa, que se estabelece no gradiente de tensão de água no terreno, a partir do qual a solução se move até à superfície da raiz, onde os elementos dissolvidos são carregados pela água num caminhar do íon pela fase aquosa estacionária, de uma região de maior para outra de menor concentração, difundindo nutrientes, à medida que as raízes absorvem água ou solução do solo.

O desenvolvimento e produção das plantas é realizado pela difusão desses nutrientes e envolve a capacidade de troca catiônica do solo, por isto é possível que a diminuição de K,

Mg e Fe, assim como a redução de Silica causem uma transformação drástica nas capacidades do solo devido perda de cátions que servem como elementos essenciais às plantas, segundo Schafer (1984), para quem a perda de capacidade de fixação de ânions como fosfatos, silicatos e nutrientes para a produção primária faz com que o que penetre pela superfície seja lavado por toda a camada do solo até as águas subterrâneas ou superficiais, num processo que também ocorre com os ácidos húmicos, que por serem igualmente fixados pela capacidade de retenção de íons, são carregados através da caulinita, para águas subterrâneas.

Schafer (1984) afirma que esses processos significam que as condições geológicas e pedológicas, ao se combinarem com as condições climáticas e com a estrutura vegetal contribuem para que as partículas coloidais funcionem como fator de conformação da bacia hidrográfica, influenciando até na distribuição das águas superficiais. É este argumento circunstancia a constituição do ambiente às formas elementares da estrutura mineral, propondo que a interação de sub-sistemas abióticos e bióticos caracterizam domínios e feições próprias das microbacias hidrográficas, condicionando as relações ecológicas e ressaltando o solo como fator dominante na esculturação da paisagem.

Isto é levado em conta porque o solo é um corpo constituído por um agregado de partículas coloidais vitais reconhecidas como de alta importância nos processos hídricos, com alta resolução na infiltração de água e a contribuição para os vários tipos de comportamentos delineadores das feições espaciais (Roth et. al., 1986). Nesta linha Silva et al. (1986) relaciona a granulometria ao teor de matéria orgânica e a umidade, que são condições requisitadas para a definição de fertilidade, pois a modificação desses fatores implica em processos químicos, de mudança no pH, na CTC e na Saturação em Bases, que alteram os teores de Al e Mn tóxicos, além da proporção dos cátions básicos da CTC (Roth et. al., 1986).

Tais alterações ou circunstâncias podem, eventualmente, modificar a paisagem e caracterizar uma redução na fertilidade química do solo, mas Primavesi (1990) explica que isto não constitui problema grave, a “pobreza do solo” não representa desvantagem enquanto a estrutura for boa, ao invés disso, afirma a autora, no ambiente amazônico, a vegetação tropical está adaptada aos teores elevados de alumínio, e as plantas importadas, de certa maneira, já desenvolveram resistência. Por outro lado a toxidez do alumínio não é absoluta, é relativa, depende do equilíbrio com os demais cátions (Ca, Mg, K, e Na), da espécie e variedade vegetal, e da saturação de complexos de troca por alumínio e bases (m%) (Primavesi, 1990). Esta autora diz que em estado adensado ou compactado a produção do solo tropical é muito reduzida, reage pouco à adubação.

Primavesi (1990) considera que a manutenção de boas condições de produção depende da:

- conservação da bioestrutura grumosa, especialmente na camada superficial do solo, o que contribui para a proteção contra chuvas e insolação, para a reposição de matéria orgânica e para a manutenção de um pH acima de 5,3;
- utilização de técnicas que evitem a formação de compactações e adensamentos;
- adubação dirigida e;
- manutenção de um clima favorável, sem temperaturas extremas, o que influi positivamente sobre a distribuição das chuvas, para o que se necessita da manutenção de florestas em "quantidade suficiente".

Portanto, além da fertilidade química a fertilidade física do solo é fator fundamental para a definição de sistemas de produção agrícola, assim como para a determinação da vocação da área agrícola, de acordo com o que plantar, quanto plantar e onde plantar (Fasolo, 1996; Freitas & Ker, 1996; Rodrigues, 1996).

2.1.2 Aptidão Agrícola

A vocação da área agrícola e definição do sistema de produção deve estar em função das características químicas e físicas do solo, como é evidente, e isto sugere uma classificação da aptidão agrícola do mesmo que Ramalho Filho & Beck (1995) descrevem como:

Classe I: De Aptidão Boa –Definida pelas condições agrícolas dos solos quanto a limitações, de nula a ligeira, para a produção uniforme de culturas climaticamente adaptadas. Os rendimentos das culturas são bons e não existem restrições importantes para as práticas de manejo.

Classe II : De Aptidão Regular –Definida pelas condições agrícolas dos solos quanto a limitações moderadas para a produção uniforme de culturas climaticamente adaptadas. Podendo-se obter boa produção, mas a manutenção desta e a escolha das culturas e das práticas de manejo são restringidas por uma ou mais limitações, que não podem ser, total ou parcialmente removidas. A redução do rendimento médio pode, também, ser devida a rendimentos mais baixos ou fracassos de culturas, causados por irregularidades na distribuição das precipitações pluviométricas, com a probabilidade de ocorrência de uma vez, num período de 5 anos.

Classe III: De Aptidão Restrita –Definida pelas condições agrícolas dos solos, quanto a limitações fortes para uma produção uniforme das culturas climaticamente adaptadas. A produção é seriamente reduzida e a escolha de culturas é afetada, por uma ou mais limitações que não podem ser removidas. O baixo rendimento pode, também, ser causado por produtividades anuais mais baixas ou fracassos de culturas, causados por irregularidades na distribuição das precipitações pluviométricas, com probabilidade de ocorrência, de uma vez, num período de 1 a 5 anos.

Classe IV: De Aptidão Inapta –Definida pelas condições agrícolas dos solos, quanto a limitações muito fortes para uma grande variedade de culturas climaticamente adaptadas. A produção não é viável economicamente, devida a uma ou mais limitações que não podem ser removidas. Sendo possível que umas poucas culturas especiais possam ser adaptadas a esses solos sob práticas de manejo incomum.

Além dessas classes de aptidão agrícola, Ramalho Filho & Beck (1995) consideram muito importante que se definam os níveis de manejo para o uso dos solos.

Os níveis de manejo para o uso dos solos, considerando o emprego de tecnologias e práticas agrícolas, segundo Ramalho Filho & Beck (1995) se definem em:

Nível A – Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico, ou práticas condicionadas, principalmente ao trabalho braçal e a tração animal;

Nível B – Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracterizado pela aplicação modesta de capital e de resultados de pesquisas para o manejo, melhoramento e conservação das condições do solo e das lavouras. Com práticas agrícolas condicionadas, principalmente, ao trabalho braçal e ao uso de máquinas e implementos agrícolas simples;

Nível C – Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para o manejo, melhoramento e conservação das condições do solo e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas ao uso de máquinas e implementos agrícolas modernos.

2.1.3 Manejo

Para Muzili (1996) não basta a aptidão agrícola do solo para sua conservação, mas a integração de um conjunto de práticas ajustadas à realidade dos sistemas de produção predominantes, que superem a simples neutralização de efeitos em atividades isoladas. Não basta o bom preparo do solo, isso, geralmente resulta na diminuição do tamanho dos agregados, no aumento temporário do espaço poroso e da atividade microbiana, além do que a incorporação dos resíduos, o deixa a descoberto.

Este autor afirma, ainda, que, com o passar do tempo, a diminuição no conteúdo de matéria orgânica e, conseqüentemente, no número de microorganismos, tem como resultado uma menor agregação ou uma maior susceptibilidade à desagregação e transporte de materiais, que Veiga & Amado (1986) caracterizam como erosão, alertando que, além disso, o peso de máquinas e implementos pode causar uma aproximação das partículas e incorrer na formação de camadas mais compactadas, o que demonstra que em função dessas alterações físicas, o preparo é em si a prática que mais induz à erosão do solo na agricultura.

Reportando-se a erosão Bertolini & Lombardi Neto (1993) advertem que a mesma, além de degradar o perfil do solo, causa outros problemas que levam à baixa produtividade e ao empobrecimento do meio rural, como o arraste de quantidade razoável de insumos e a redução da infiltração de água. Além do que os fatores físicos do solo como a temperatura, a aeração e a resistência à penetração de raízes interferem no desenvolvimento das culturas, com rendimentos afetados por teor de matéria orgânica, mineral de argila, estrutura, textura, distribuição e tamanho de poros e agregados do solo estáveis em água (Nuernberg et al., 1996). Para Nuernberg et al. (1996) os solos agrícolas estão sujeitos a modificações em suas características físicas, decorrentes do uso ou sistema de manejo a que são submetidos, em que

o preparo excessivo e superficial do solo para culturas anuais, muitas vezes com equipamentos impróprios e em condições inadequadas de umidade, é a causa principal de sua degradação e favorecimento dos processos erosivos.

O preparo do solo, entretanto, é muito requisitado pelos vários sistemas de produção, e de acordo com Veiga & Amado (1996), tem como principais propósitos:

- a eliminação de plantas indesejáveis, diminuindo a competição com a cultura implantada;
- a obtenção de condições favoráveis para a colocação de sementes ou de partes de plantas no solo, permitindo boa germinação e emergência, além do bom desenvolvimento;
- a manutenção da fertilidade, melhorando, se possível, a produtividade ao longo do tempo, preservando a matéria orgânica no solo e evitando a ocorrência de erosão;

além de, em certas condições, atender a outros objetivos, como:

- a eliminação de camadas compactadas para aumentar a infiltração de água no solo;
- a incorporação e mistura ao solo, de calcário, fertilizantes ou produtos agroquímicos;
- o enterrio de resíduos culturais;
- o nivelamento do terreno para conseguir uma boa performance das máquinas e equipamentos, desde o plantio até à colheita e;
- a quebra de crostas superficiais para permitir a germinação das sementes.

Veiga & Amado (1996), entretanto, aconselham que os objetivos sejam atingidos com o menor número possível de operações sobre o terreno, reduzindo consumo de combustível e tempo necessário para implantação da cultura, além de reduzir a possibilidade de erosão, cujas causas são apontadas por Bertolini & Lombardi Neto (1993), para São Paulo, explícitas na erosividade das chuvas, na erodibilidade do solo, na topografia do terreno e no uso e manejo do solo, sobretudo quando a distribuição pluviométrica concentra precipitação em áreas onde, coincidentemente, a mobilização do solo torna-o menos protegido pela vegetação, deixando-o mais desagregado e mais vulnerável ao processo erosivo.

De acordo com Fasolo (1996) a condição precedente para prevenir contra a erosão é:

- determinar as características importantes dos solos;
- classificar os solos em tipos distintos;
- estabelecer e situar limites entre unidades diferentes e;
- correlacionar e prever a adaptabilidade do solo para as culturas, pastagem ou reflorestamento, seu comportamento e produtividade sob diferentes sistemas de manejo e das colheitas de culturas adaptadas sob o conjunto de práticas agrícolas.

É importante, de acordo com Fasolo (1996), adequar os fatores econômicos com a conservação do solo para permitir ótimos sistemas de produção, mas isto sugere um controle em dimensões espaciais adequadas a um grau de eficiência do combate a perda de produtividade, em que a microbacia hidrográfica aparece como unidade ideal para avaliar sistemas locais, e possibilitar a ação integrada das comunidades rurais, nela sediadas (Muzili,

1996), funcionando como célula ou área de manejo e uso dos solos, em conformidade com técnicas agrônomicas e resultados, comprovadamente eficientes, discutidos com os agricultores, de forma a que o envolvimento deles no processo desencadeie o sucesso das unidades rurais (Bertolini & Lombardi Neto, 1993).

De acordo com Bertolini & Lombardi Neto (1993), os fatores que levam à degradação do solo na unidade produtiva são, quase sempre, consequência do uso e manejo inadequados do mesmo, considerando os insumos e restos culturais, como uma importante causa e efeito da erosão hídrica, defendendo que o combate à baixa produtividade, não deve ser isolado.

Neste sentido a CAIC (1987) propõe que ao se planejar a conservação do solo de uma área, se deve fazer globalmente, conjugando-se todas as possibilidades tecnológicas de maneira adequada a cada situação, e encarando as áreas agrícolas possíveis de intervenção, de forma integral, desconhecendo-se os limites fundiários individuais e respeitando, somente, os limites impostos pela natureza.

Por esta razão o plano executivo aplicado no nível da microbacia é associado ao desenvolvimento local através do gerenciamento e integração participativa que valoriza o processo de discussões sobre os conflitos de usos, e vontade política local (Yassuda, 1989, citado por Andreoli & Souza, 1992). O uso do solo em equilíbrio com o ambiente corresponde às aptidões de uso das terras em cada propriedade, e neste sentido a primeira propriedade rural trabalhada representa autocapacitação adquirida, de acordo com Pundek (1996), que propõe convites a técnicos, proprietários, e lideranças políticas existentes no município e vizinhos, integrando o todo hidrográfico, consolidando as propriedades e estabelecendo um mapeamento das potencialidades das terras, de acordo com o planejamento agrícola.

2.1.3.1 Potencial de Mecanização

O planejamento agrícola deve incluir também a classificação dos solos pelo potencial de suportar operações mecânicas, para o que é levado em consideração o relevo (declividade), a atividade a ser desenvolvida, os fatores tecnológicos (máquinas e equipamentos) e as condicionantes físicas (comprimento da pendente, situação de microrrelevo, capacidade de retenção de água e coerência dos materiais do solo), de acordo com Santos et al. (2000) que encontraram tres classes para Santa Izabel do Pará:

Classe M1 –Boa: constituída de terras que não apresentam limitações ao emprego de máquinas e implementos agrícolas utilizados no preparo do solo. A declividade nesta classe varia entre 0,0% e 3,0%.

Classe M2 –Regular: Constituída de terras que apresentam limitações fraca a moderada para o emprego de máquinas e implementos agrícolas no preparo do solo. A declividade nesta classe varia de 3,0% a 8,0%.

Classe M4 –Inapta: constituída de terras que apresentam limitações forte a moderada para o emprego de máquinas e implementos agrícolas no preparo do solo. A declividade nesta classe varia de 3,0% a 8,0%, com grande concentração ferruginosa do tipo matacão. Essa classe possui também, na sua composição, áreas planas correspondentes as várzeas que, assim se enquadram, devido ao excesso de água durante a maior parte do ano.

2.1.3.2 Susceptibilidade à Erosão

A susceptibilidade à erosão é outra forma de classificar o solo, desta feita os fatores climáticos (principalmente intensidade e distribuição de chuvas), a topografia (comprimento dos declives e microrrelevos), os fatores físicos do solo (infiltração, permeabilidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camadas compactadas no perfil, coerência do material do solo, superfície de deslizamento e presença de pedras na superfície) e tudo que possa dificultar ou facilitar a ação erosiva, são considerados. Neste sentido Santos et al. (2000), ao levantarem o município de Santa Izabel do Pará chegaram às classes:

Classe E1 –Fraca: que inclui a terra firme, onde o relevo é plano, ou a declividade está entre 0,0% e 3,0%, em solos profundos, de textura arenosa/média, bem drenados e sem impedimentos físicos que condicionam o escoamento superficial da água das chuvas. Nesta categoria, também, estão incluídas as áreas de solos hidromórficos que acompanham as margens dos cursos d'água sob a floresta equatorial higrofila de várzea. E as áreas planas de solos excessivamente arenosos, classificados como Espodossolos. Essas áreas em estado natural, praticamente não apresentam riscos de erosão.

Classe E2 –Moderada: que inclui a terra firme onde o relevo é suavemente ondulado e a declividade varia entre 3,0% e 8,0% em solos mediantemente profundos com grande concentração de concreções ferruginosas. Inclui-se, nesta classe os solos profundos, bem drenados, que não apresentam concreções ferruginosas, que ocorrem em relevo suave ondulado. O relevo, além das concreções ferruginosas, é o principal fator de riscos à aceleração dos processos erosivos que podem se manifestar nessas áreas.

Classe E3 –Forte: de terra firme nos relevos suave ondulado/ondulado dissecado, cuja declividade varia entre 3,0% e 15,0% em solos mediantemente profundos, com grandes concentração de concreções ferruginosas em todo o perfil. A fisiografia destas áreas indica haver forte risco de aceleração dos processos erosivos em caso de não se adotarem técnicas de conservação para evitar o arraste do solo sob os efeitos das águas de chuvas.

2.2 DIAGNÓSTICO & MICROBACIA

Para Freitas & Ker (1996), assim como para Pundek (1996), a microbacia hidrográfica é um ecossistema agrícola controlado, conhecido e facilmente monitorável em todos os seus aspectos; passiva de ser um campo ideal para estudos de comportamento das plantas e dos

solos frente ao uso e manejo, considerando-se o propósito da produtividade maximizada e sustentada, incluindo a melhoria e/ou a manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo em correspondência com um mínimo de risco de erosão e degradação, ou com a máxima proteção ao meio ambiente.

Freitas & Ker (1996), de acordo o enfoque sistêmico, consideram que uma visão ampla e objetiva dos entraves, aspirações e tendências deve prevalecer nos sistemas de produção, tornando possível a compreensão da dinâmica e organização dos fatores que condicionam a tomada de decisão dos produtores, o manejo promovendo a proteção da água, do solo e de outros recursos ambientais essenciais à sustentabilidade econômica, e um gerenciamento, espacialmente abrangente, leva em conta todas as relações da dinâmica ambiental, toda a complexidade e todos os agentes sociais interessados, dentro e fora da bacia, para gerações atuais e futuras (Lanna, 1995).

Essa dinâmica ambiental apareceu no levantamento que Oliveira (1988) realizou na bacia do Piranhas-Açú, no Rio Grande do Norte, como uma minifundialização característica da organização daquela área, resultante da interação solo-clima-vegetação com a elevada densidade social, que revelou uma subdivisão de propriedades rurais e um modo de produção camponês com predomínio da auto-sustentação e relações de troca, parceria, arrendamento, trabalho familiar, lavoura de subsistência, etc. Mas observou, também, uma mudança que se operou sobre este modo de produção tradicional, substituindo-o pela agricultura empresarial, descaracterizando o quadro que antes se implantara.

Oliveira (1988) considera importante que novas informações acerca do ambiente agrícola e das relações de produção estabelecidas sejam monitoradas para conhecimento da evolução da bacia hidrográfica, como levar em conta o uso do solo e/ou a implantação de culturas perenes ou temporárias. Como culturas perenes entende-se as espécies de ciclo de vida longo que concentram elevada biomassa, ofertam proteção ao solo e contribuem para uma melhor reciclagem de nutrientes, imitando o funcionamento dos ecossistemas naturais. E como culturas temporárias as espécies de ciclo de vida curto, com alta capacidade de extração e baixa reciclagem de nutrientes, que exigem solos férteis ou reposição através de aplicação de fertilizantes e corretivos, e que oferecem pouca proteção aos riscos de aceleração do processo erosivo (Rodrigues et al., 1996).

Esse ambiente composto por culturas perenes e temporárias tem obedecido a um modelo técnico único de produção nas propriedades rurais, como se os contextos espaciais fossem idênticos. Não se leva em conta que cada propriedade rural representa uma unidade

diferente nas diferentes microbacias, e que os produtores e técnicos podem converter custos em produção, se a consciência conservacionista prevalecer sobre a econômica (Vieira, 1996). Mas para adotar a abordagem conservacionista a caracterização do ambiente da microbacia deve envolver o diagnóstico, o planejamento de uso global, o monitoramento climatológico e hídrico e interferência técnica, de acordo com a área (Freitas & Ker, 1996)

Um diagnóstico envolve ainda, a caracterização sócio-econômica e fisiográfica, inclui a localização da área, a tipificação climática, o levantamento da cobertura vegetal e as características hidrológicas, além do levantamento dos solos, o uso e o manejo dos mesmos. O planejamento de uso global baseia-se no planejamento de uso das terras e no planejamento conservacionista, e torna possível o monitoramento climatológico e hidrológico; mas a interferência técnica nos sistemas de manejo só deve ser realizada, no momento da verificação das eficiências práticas propostas para o acompanhamento do nível de adoção de tecnologias (Freitas & Ker, 1996).

Corroborando estas preocupações Fasolo (1996) informa que a pressão sobre o uso da terra em certas regiões do país tem levado os agricultores a sobreutilizar o recurso solo, contribuindo para o aparecimento de problemas relevantes decorrentes desse mau uso, dando como resultado o decréscimo de fertilidade, a compactação, a erosão e etc. Por isso o diagnóstico, para revelar que a terra é susceptível aos ataques das águas da chuva e que a energia cinética das águas tem capacidade para degradar o solo (Prochnow, 1990).

Prochnow (1990) propõe conscientizar os usuários do solo de que ele se degrada, entendendo por degradação o processo que rebaixa quantitativa e qualitativamente a capacidade atual e potencial do mesmo, em termos de produtividade, considerando que uma abordagem como esta possibilita interpretações para previsões, a partir da utilização de mapas modernos e representativos dos diferentes tipos de solos significativos para a agricultura.

Para que as informações colocadas no mapa de solos tenham utilidade, elas devem ter condições de ser interpretadas, de tal modo que façam sentido para o usuário, afirma França (1968) para quem a utilidade de um levantamento de solos depende do grau de detalhamento taxonômico e cartográfico, com precisão melhorada pela combinação dos trabalhos de campo e de laboratório, onde, de acordo com Silva & Carvalho (1996), a interpretação fotográfica permite o detalhamento e revela aspectos importantes da alta correlação da rede de drenagem com os solos locais registrados nas fotografias aéreas.

Silva & Carvalho (1996) estudando a correlação da drenagem com as unidades de solo a partir do uso de fotointerpretação, citam Smith & Aandahl (1957), para dizerem que as

unidades de solos têm um padrão de distribuição na paisagem relacionado a forma do terreno, ao material de origem, as influências das plantas e animais e a forma de utilização dos mesmos. Para Adami (1995) isto corresponde à estrutura da paisagem ou à organização espacial e temporal do território, considerando que a dinâmica das relações entre as partes componentes do sistema biogeográfico (relevo, vegetação etc.) e a noção de escala são imprescindíveis para caracterização do conjunto espacial.

A fotointerpretação permite perceber a aparência paisagística e os fatores dedutíveis do ambiente analisado. Do ponto de vista geomorfológico, revela feições significativas na relação do material que ocorre no ambiente de sedimentação com o tipo de material originado na fonte (vertente), de acordo com Christofolletti (1974), ao fazer alusão à teoria da bioresistasia, considerando os processos pedogenéticos e as variações na cobertura do terreno.

Considerando que o deflorestamento é uma das causas de desequilíbrio morfogenético e aceleração da evolução da vertente, Penteado (1974) diz que a retirada da vestimenta vegetal natural faz crescer o escoamento superficial, remove a película de húmus e leva a resistência dos agregados do solo a ser ultrapassada, expondo seu perfil às modificações ao longo da vertente. Acompanhando esse processo os fenômenos de alterações topográficas como desmoronamento, solapamento, entulhamento de vales e outros processos refletem, principalmente, a depalperação dos solos agricultáveis, traduzida pela aceleração do ritmo da erosão normal, induzida pela ação do homem (Pinto, 1983).

Furtado (1994) observa que a natureza dos solos e, depois, a posição topográfica; e a natureza e profundidade do substrato rochoso determinam a composição e características das redes de drenagem, e que os processos morfogenéticos são responsáveis pela dinâmica e pelo relacionamento funcional de todas as partes da vertente. São processos escultores das formas de relevo; fenômenos de escala métrica que trazem informações de ordem teórica e prática, no sentido teórico podem explicar a evolução das vertentes e a esculturação do relevo; e no sentido prática podem fornecer informações valiosas para a melhor aplicabilidade das técnicas de conservação dos solos (Christofolletti, 1974).

Este quadro demonstra como as características reveladas pela rede de drenagem e pela movimentação do relevo são importantes para a conservação do solo, significam possibilidade de, em qualquer método, definir a forma fisiográfica (relevo e drenagem) como aspecto evidente nas vertentes, e que os seus constituintes são diretamente relacionados aos solos, incluindo os fatores de formação e suas propriedades (Furtado, 1994).

2.2.1 Sensoriamento Remoto e a Relação Solo/Drenagem

A drenagem e o relevo são bons indicativos para o estudo dos solos, principalmente se auxiliados pelo sensoriamento remoto como reforço tecnológico capaz de tornar os elementos da fisiografia mais visíveis. A fotopedologia, por exemplo, mesmo não definindo a classificação dos solos, pode reduzir as dificuldades em diferenciar e separar uma unidade de mapeamento de outra, segundo Valério Filho et al., 1981, citados por Furtado (1994), que citando Novo (1985) propõe um significado físico para o padrão de drenagem, apontando o arranjo planimétrico dos cursos d'água como elemento íntimo das características de relevo, geologia, permeabilidade e distribuição da vegetação no âmbito da bacia hidrográfica.

O padrão fisiográfico possibilita estratificar a área de estudo em unidades homogêneas quando se utiliza fotografias aéreas ou imagens orbitais. França (1968) usando imagens fotográficas definiu características descritivas importantes do padrão relativo às redes de drenagem e solos das bacias representantes das séries Ribeirão Claro e Paredão Vermelho em Piracicaba-SP. Pinto (1983), citando Seubert et al. (1979), inferiu que as características geomorfológicas e os padrões de drenagem contribuíram para identificar nove classes espectralmente separáveis, através de análise de máxima verossimilhança com apoio de campo e interpretação automática de imagens do sistema LandSat. E Watrin & Rocha (1992), através da interpretação automática de imagens TM-LandSat e análise digital, desenvolveram uma legenda para um mapa de uso do município de Paragominas-PA., com classes de floresta ombrófila densa dos baixos, altos e platôs dissecados; áreas de exploração madeireira, capoeira e agropecuária.

Correlacionando frequência de ravinas com declividade, extensão de vertente, densidade hidrográfica e tipos de cobertura vegetal, Pinto (1983) concluiu que os dados de declividade foram os que melhor se adaptaram aos de frequência de ravinas e que existe uma associação entre níveis de cinza e cobertura vegetal, em que a variação pode ser um indicador para a análise da erosão laminar ou em sucros, além do que estabeleceu uma escala de riscos à erosão, associando níveis de cinza às classes de declividade.

Novo (1995); Valério Filho & Pinto (1996) corroboram as interpretações ao definirem imagem em preto e branco como variações de tonalidades ou níveis de cinza, ressaltando que a diferenciação dos objetos pode ser feita por variações de cores, quando se utilizam imagens coloridas. E que tonalidade e cor não são os únicos atributos de um objeto. Novo (1995) diz que um campo de cultivo e uma pastagem podem apresentar uma mesma cor em uma mesma imagem e um corpo d'água, normalmente, por atenuar a energia incidente, tem um sinal de

retorno pequeno, com tonalidades escuras em fotografias aéreas pancromáticas. Em função da geometria, sol, sensor, e alvo, os corpos d'água podem ter, neste tipo de produto, tonalidade que varia do branco (reflectância quase total) ao preto (ausência, quase total de reflectância).

Assad & Sano (1998) lembram que, devido a natureza do processo de aquisição, os objetos geográficos ficam contidos na imagem e faz-se necessário o uso de técnicas de fotointerpretação e/ou de classificação digital para individualizá-los. De acordo com Novo (1995); Valério Filho & Pinto (1996); e Assad & Sano (1998) as principais características das imagens de satélite estão contidas no pixel, que tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela superfície, e fundamental para a interpretação.

Valério Filho & Pinto (1996) propõem uma composição colorida multiespectral: TM 7; TM 5 e; TM 4, respectivamente associadas às cores azul, verde e vermelho, para diferenciar feições de uso da terra e cobertura vegetal, e Assad & Sano (1998) associam as bandas 3, 4 e 5 do satélite LandSat-TM às cores azul, verde e vermelho como eficiente na definição de atributos para extração de informações. Essas metodologias sugerem, ainda, que os produtos podem ser georeferenciados com a aplicação de sistemas de informações para extrair, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas espacialmente, através de uma variedade de algoritmos para processamento digital de imagens (Costa, 1998).

Valério Filho & Pinto (1996) utilizaram esses procedimentos para identificar os limites das propriedades agrícolas existentes numa microbacia, com auxílio de trabalhos de campo, aplicados no planejamento conservacionista. O método permitiu diferenciar os geossistemas em face de intervenções, visando a ocupação, o uso racional e a proteção dos recursos, assim como, definiu as unidades em função das potencialidades e limitações hídricas, morfodinâmicas, e edáficas.

Esse tipo de análise revela o grau de vulnerabilidade e de competência das microbacias à produção agrícola como chave para o estudo de solos, em que as possibilidades devem ser corroboradas por uma política de zoneamento agroecológico, cuja finalidade deve suscitar a importância de o município planejar o uso da terra, alocando as atividades mais intensivas nas áreas de maior capacidade para suportá-las, visando o desenvolvimento sustentável, do ponto de vista ambiental e socioeconômico (Trópico Úmido, 2000).

2.2.1.1 O Diagnóstico

As técnicas do sensoriamento remoto e do Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma forma de aumentar a eficiência e rapidez no trato da informação espacial ou de dar

suporte as incursões cartográficas, porém, não prescinde do trabalho de campo, sobretudo no que se refere a elaboração de diagnósticos por microbacias, como propõe Beltrame (1994) que considera para o mesmo, quatro grandes fatores potenciais naturais de degradação física, apresentados em sete parâmetros, ditos do estado físico-conservacionista da bacia, e que devem ser incluídos no diagnóstico físico-conservacionista (DFC):

- 1 – a vegetação (dois aspectos): grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e a cobertura vegetal original dos setores da bacia;
grau de proteção da cobertura vegetal fornecida ao solo;*
- 2 – o clima (dois aspectos): erosividade das chuvas;
balanço hídrico dos setores da bacia;*
- 3 – a geologia e Pedologia (dois aspectos): suscetibilidade da textura à erosão, associada à declividade e;
densidade de drenagem;*
- 4 – o relevo (declividade média): geomorfologia, curva hipsométrica, altura média, coeficiente de massividade e coeficiente orográfico.*

No modelo de Beltrame (1994) o espírito do diagnóstico inclui trabalho de geografia dos solos da bacia, que Oliveira (1988) realizou analisando os mapas de levantamentos de solos e os dados planimétricos de distribuição e frequência, considerando fases da vegetação, relevo e substrato geológico, além da unidade de solo predominante.

Oliveira (1988) propôs um modelo de amostragem dos ambientes supostamente hierarquizáveis no contexto da bacia e definiu para isto, como principais critérios, a intensidade de uso agrícola; os riscos de inundações; a energia da água no ambiente; a posição topográfica; e a textura do horizonte superficial.

Beltrame (1994) concentrou-se nos dados de estações próximas para analisar as precipitações mensais, úteis no cálculo de erosividade da chuva. E, para caracterização do potencial erosivo dos solos procedeu a análise granulométrica das amostras superficiais, seguidas de análises químicas capazes de informar sobre a aptidão agrícola dos mesmos.

Beltrame (1994) definiu para o Estado de Santa Catarina o parâmetro cobertura vegetal original a partir de mapas fitogeográficos e da cobertura vegetal atual, em análises de imagens LandSat TM 5 e supervisão de campo, nas quais, para pontos amostrais de uso do solo tomou como referência a drenagem e as formas de relevo.

Para identificar a declividade média Beltrame (1994) usou o cálculo das áreas de cada setor da bacia e da longitude total das curvas de níveis representadas na carta topográfica da área estudada, enquanto Oliveira (1988) requeria um estudo da variabilidade espacial da fertilidade natural, adotando um esquema de amostragem de solo à profundidade de 0cm a 20cm. Mesmo os dados sugeridos por esses autores sendo muito importantes no diagnóstico,

outras informações são muito necessárias para a caracterização de microbacias. Informações levantadas com a aplicação de questionários sobre a propriedade, sobre o agricultor, a família, os recursos naturais, o uso da terra, associações sócio-culturais, mão-de-obra utilizada, assistência técnica, uso de máquinas e equipamentos, crédito rural, comercialização, etc. (Laurenti, 1993; Doraswamy et. al., 1994).

É de fundamental importância a quantificação e armazenagem de informações que possam gerar, a partir do cruzamento de variáveis relativas ao tipo de uso da terra, declividade, solos e outras, um mapa do meio físico como instrumento do planejador rural, sobretudo no que se refere à conservação de água e solo em microbacias hidrográficas (Assad et al., 1992). Para Assad et al. (1992) o diagnóstico apoiado no GIS é um importante instrumento para capacitação de áreas agrícolas à efetiva alocação do excedente rural gerado com a modernização. A metodologia implica na integração de dados e informações, considerando as investigações gerais e específicas importantes para a evolução das unidades rurais situadas em bacias hidrográficas.

2.2.1.2 Morfometria da Bacia Hidrográfica

As unidades naturais situadas na bacia hidrográfica são testemunhos das formas de intervenções que demandam tensões para o meio físico e requerem um processo de análise das inovações solicitadas, que inclua o enfoque, naturalista ou social (?). É razoável para esta análise que a diretriz aponte para uma quantidade ampla e integrada de informações produzidas a partir da identificação e da compreensão de fatos e de fenômenos naturais e culturais, igualmente importantes para configurar e explicar os arranjos territoriais e sociais edificados na bacia (IBGE, 1990).

Depositárias das tensões do meio físico do complexo hidrográfico regional as microbacias hidrográficas tem caráter funcional que faz delas espaços formados a partir da nascente de um ou mais cursos d'água, delimitados por divisores de água que se estendem até à confluência com o curso principal, de acordo com Blancaneaux (1998) correspondentes ao espaço-área onde se realizam as práticas de manejo e conservação do solo e da água, mas como unidade geográfica, área que integra e apoia a organização comunitária, define e concretiza as propostas e/ou soluções de problemas, concentrando esforços interativos na requisição de ações governamentais.

A microbacia é parte da bacia hidrográfica que assume significado de paisagem ou corresponde à fisionomia do complexo regional onde está inserida. Para Blancaneaux (1998) a

delimitação da forma e definição da área da bacia hidrográfica, assim como a identificação do seu sistema de drenagem e aspectos qualitativos e quantitativos de seus cursos, contribuem para a caracterização e conseqüentemente para o delineamento de subbacias, que podem funcionar como unidades homogêneas próprias para o planejamento e gestão, do uso do solo.

Área de Drenagem

A área drenada pela bacia hidrográfica (A) corresponde à superfície circunscrita pelos divisores de água que fazem parte do espaço sob influência dos canais responsáveis por sua drenagem, e que convergem para o canal principal. É definida pelas componentes: comprimento (C), largura (L) e Perímetro (P), de acordo com Beltrame (1994).

Beltrame (1994) define ainda, Comprimento da Bacia Hidrográfica (C) como o maior eixo longitudinal na direção do vale do rio principal, da foz, até o ponto extremo sobre a linha do divisor de água; e a Largura da Bacia (L), o maior eixo transversal ao eixo principal.

O Perímetro da Bacia Hidrográfica (P) está relacionado à área de drenagem, definido pelo total do percurso que acompanha os divisores de água ou circunscreve o conjunto de subbacias (Christofolletti, 1974).

O Comprimento da Rede de Drenagem (Cr), de acordo com Prochnaw (1990), é representado pelos cursos que compõem a bacia hidrográfica, considerando as sinuosidades apresentadas por eles, e o Comprimento do Curso Principal (Cp) corresponde ao do rio de maior ordem que, geralmente, empresta seu nome à bacia, medido de sua foz até a nascente mais distante, incluindo sua sinuosidade.

Christofolletti (1974) diz que a Forma da Bacia Hidrográfica indica situações relativas aos aspectos da geologia, clima e solo, afins com a morfometria que pode compor desenho circular, ovalado, retangular, triangular, etc., definidos a partir de métodos específicos para este fim, como os índices de circularidade (Ic); de forma (If), ou fator de forma (Kf) (França, 1968; Christofolletti, 1974).

O Índice de Circularidade, conhecido como método de Miller, de acordo com França (1968); Christofolletti (1974); e Furtado (1994), corresponde a razão entre a área da bacia e a área de um círculo que tenha o seu perímetro: $Ic = A / Ac$:

$$\begin{aligned} Ic & \text{ índice de circularidade} \\ A & \text{ área da bacia} \\ Ac & \text{ área de um círculo de mesmo perímetro} \end{aligned}$$

Por este método o valor máximo obtido deve ser igual a 1, 0 e quanto mais próximo deste parâmetro, mais circular será a área da bacia.

O Fator de Forma (kf) é definido por Assad et al (1992) como a relação entre a largura média da bacia (L), que pode ser dada por: $L = A / C$, e o comprimento axial da mesma (C). O Kf pode ser equacionado da seguinte forma: $Kf = L / C$, ou: $Kf = A / C^2$

Este fator indica a tendência da bacia sofrer enchentes. Quando baixo indica menor tendência em relação a outra de mesmo tamanho e fator mais alto.

Sistema de Drenagem

De acordo com Christofolletti (1974) o sistema de drenagem de uma bacia corresponde a todos os elementos hidrográficos existentes em seu interior e para consolidá-lo faz-se necessário o ordenamento ou a hierarquia dos canais, realizada a partir dos cursos primários ou de primeira ordem, que contribuem para formar um sistema arterial definido por vários seguimentos, os quais podem ser classificados de acordo com alguns métodos, como os de Horton, Strahler, Scheidegger e Shreve (França, 1967; Christofolletti, 1974; Furtado, 1994).

O Método de Horton (1945), de acordo com Christofolletti (1974) apresenta um sistema de classificação dos cursos d'água, desenvolvido, de modo a considerar que os canais de 1ª ordem são os que não possuem tributários. Por este modelo os canais de 2ª ordem são aqueles que recebem contribuições dos de 1ª ordem; os de 3ª, recebem os de 2ª, mas também podem receber afluentes de 1ª ordem e; os de 4ª ordem recebem os de 3ª ordem, mas podem receber os de outras ordens inferiores, e assim por diante. Por este método o rio principal é designado com a mesma ordem, desde a sua nascente.

O Método de Strahler também é apresentado por Christofolletti (1974) e foi utilizado por França (1967); Assad et al. (1992) e Furtado (1994). Nele o sistema de drenagem possui uma hierarquia que começa com as nascentes, que assumem a 1ª ordem, e da junção de duas dessas ordens, surgem os canais de 2ª ordem, e assim sucessivamente.

Christofolletti (1974) apresenta ainda o Método de Scheidegger (1965), chamado de método de ordenação dos canais uniformes, pelo qual a ordem uniforme N de qualquer conexão é formada pela confluência de dois canais de ordem: r, s, fornecida pela lei: $N = \log_2 (2r + 2s)$. A ordem da bacia é refletida pelo canal à sua saída e a hierarquia fluvial da mesma é função do grau de ramificações dentro de sua área, muito importante para se avaliar a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia.

E o Método de Shreve (1966-1967) que estabelece que cada ligamento exterior tem magnitude 1 (da nascente até uma confluência) e que ligamentos de magnitude u_1 e u_2 se juntam num ligamento à jusante de magnitude $u_1 + u_2$, ou seja, a magnitude de um ligamento é igual ao número total de nascentes tributárias. De acordo com este método a entrada de um

tributário de ordem inferior altera a ordem do rio principal, reflete a quantidade de canais de primeira ordem que contribuem para a sua alimentação. Por analogia com a ordem da bacia hidrográfica, a magnitude de uma rede de drenagem é igual a maior magnitude atribuída a um de seus ligamentos – o rio principal.

Padrão de Drenagem

Quando a área de drenagem é descrita e analisada de acordo com variações em relação as unidades de mapeamento, identificam-se diferentes estádios da bacia com padrões diversos e predomínio de alguns (Furtado, 1994), nesse processo o Grau de Integração da drenagem é definido pelos percursos dos canais, em função da distância mais curta entre eles, de acordo com uma escala que classifica a drenagem como: bem integrada (quando todos os canais estão ligados); pouco integrada (se poucos canais estão ligados) e não integrada (quando os canais não se ligam).

A Densidade de Drenagem (Dd) é um dos parâmetros do padrão hidrográfico mais importantes, segundo Horton (1945), citado por Christofolletti (1974), utilizados por França (1968); Prochnow (1990); Assad et al. (1992); e Furtado (1994) para definir a relação entre o somatório dos comprimentos totais dos cursos d'água da bacia hidrográfica (Cr) e sua área (A): $Dd = Cr / A$,

Dd densidade de drenagem em km/km^2

Cr comprimento total dos cursos d'água da bacia em km

A área total da bacia em km^2

A densidade de drenagem (Dd) indica o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, se acima de $4,1 km/km^2$ é considerado alto; se entre $2,1 km/km^2$ e $4,0 km/km^2$ é médio e se abaixo de $2,0 km/km^2$, é considerado baixo (Prochnow, 1990). Seus valores podem refletir influências do clima, da geologia, da topografia, do solo e da vegetação e relacionam-se com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. Tem variação inversa à extensão do escoamento superficial, à medida que aumenta o valor da Dd , há diminuição, quase que proporcional, dos tamanhos dos componentes fluviais da bacia, o que indica uma relação com a eficiência da drenagem (Christofolletti, 1974; Prochnow, 1990).

Prochnow (1990) afirma que valores baixos de Dd , em geral, associam-se a regiões de rochas permeáveis e de regimes fluviométricos com chuvas de baixa intensidade. Quando a geologia de uma bacia é dominada por argilitos, tem-se uma alta densidade de drenagem, se por arenitos a Dd é baixa. Mas a Dd tende a maiores valores quando a bacia hidrográfica tende a um menor tamanho.

Assad (1992) analisando valores de Dd considerou o índice de 0,5km/km² indicador de drenagem pobre para a bacia, e índices de 3,5km/km², ou maior, indicador de bacia bem drenada. A Dd apoia-se, também, no Grau de Uniformidade ou na repetição das formas de drenagem pela bacia, de maneira uniforme, pouco uniforme e não uniforme, dependendo da tendência a conjuntos de padrão idênticos. O Grau de Controle é definido como alto, médio, baixo ou sem controle, em função de fatores que podem alterar o sentido da drenagem, como relevo; ocorrência geológica; fatores climáticos; e de solos (Furtado, 1994).

Para Furtado (1994) a Orientação de Canais é responsável pela direção predominante da drenagem, e pode ser: não orientada, pouco orientada e fortemente orientada, com Angularidade dos cursos correspondente ao predomínio dos ângulos de mudanças de direção classificada em: alta, média e baixa angularidade, ou Ângulos de Junção (conexão com a foz de cada tributário com o curso receptor): agudo, reto, ou obtuso.

De acordo com Furtado (1994) na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica alguns fatores quantitativos são importantes para definir a influência da drenagem ou para a classificar as subbacias. Considera importante o Número de Seguintes de Cursos d'água ou o total de todos os cursos que compõem a bacia hidrográfica e o Comprimentos dos Cursos d'água, que corresponde ao comprimento total de todos os cursos, de todas as ordens da bacia. Define como Comprimento Médio dos Cursos d'Água os seguintes medidos em cada ordem, cujo comprimento total é relacionado ao número total dos mesmos: $Cm = Cr/Nr$

Cm comprimento médio dos cursos
Cr comprimento total de todos os cursos
Nr número total dos cursos da bacia

Chritofolletti (1974) apresenta a Razão de Bifurcação de Horton (1945) como a relação entre o número total de segmentos de uma ordem e o número total de segmentos da ordem imediatamente superior, conforme foi utilizada por Furtado (1994) para a quantificação de uma drenagem, com: $Rb = Nw / Nw + 1$, que no sistema de Strahler, nunca é inferior a 2.

A Frequência de Cursos d'água também foi desenvolvida por Horton (1945) e sugerida por Christofolletti (1974); utilizada por França (1968) e Furtado (1994) como um índice importante, baseado na relação entre o número de cursos d'água e a área da bacia, cuja fórmula calcula a quantidade de cursos d'água existente em uma área padrão (km², por exemplo): $Fc = Nr / A$

Fc frequência de cursos d'água
Nr número de cursos d'água
A área da bacia

3. MATERIAL E MÉTODO

A bacia hidrográfica do rio Caraparú localiza-se, quase que totalmente, no município de Santa Izabel do Pará (Fig. 1), no complexo hidrográfico regional do rio Guamá, conforme define a carta da DSG, escala 1: 50 000, e a análise digital das imagens LandSat TM WRS 223/06/A de 21-06-94 e 223/06/C de 08-06-95, escala 1:100 000, em composição 5R4G3B, processadas com auxílio do Arc View GIS 3.2 e da mesa digitalizadora tipo A-0.

Suas microbacias foram definidas pela análise de documentos como o relatório Unama (2000) que ofereceu informações gerais do Município sobre infraestrutura e população, além dos terrenos e formações geológicas. As condições climáticas foram definidas a partir do Balanço Hídrico dos dados da estação climatológica de Castanhal, situada dentro dos 100km de raio recomendados pela OMM (Nimer, 1989) e os solos pelo mapa de solos do município de Santa Izabel do Pará (Fig. 3), que inclui o Manual de Métodos de Trabalho de Campo (Lemos & Santos, 1996), e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

A metodologia utilizada por Doraswamy et al. (1984) contribuiu para as constatações *in locu*, dos aspectos da vida das comunidades em sistemas de produção revelados pelos questionários sobre propriedade e produção, associados a outro estudo de Doraswamy et. al. (1995) que permitiu o tratamento das informações com códigos para facilitar a transcrição dos dados para análise, através de algarismos, permitindo incluir referências novas ou específicas.

A técnica cartográfica de derivação de escalas foi utilizada para delinear zonas, linhas e pontos que resultaram em microbacias e definiram Subbacias no sistema Hidrográfico do rio Caraparú. Neste processo o georreferenciamento das imagens LandSat-TM 5 foi decisivo para a vetorização da rede de drenagem e para o resgate dos detalhes omitidos pela base inicial; para a construção de curvas hipsométricas, que contribuíram para a definição do relevo geral da bacia; e para a poligonação das unidades de solo, de acordo com a análise digital que aproximou os padrões de uso, os tipos de vegetação e a frequência de unidades rurais, refletidas pela tonalidade, textura, tamanho, forma e contexto (Fig. 2).

A cobertura vegetal foi definida com base na composição colorida das imagens do LandSat-5 TM, com a qual reconheceu-se uma Vegetação Florestal composta pela Floresta Equatorial Subperenifólia, representada pela Capoeira Alta, correspondente a tonalidade verde escuro, com gradações para verde claro em textura média; Capoeira Média com tonalidade verde claro em textura média de formas definidas; e Capoeira Baixa com tonalidade verde

claro e amarelo em textura de média a fina, próprias de áreas em regeneração, o que pode confundi-la com áreas de cultivos.

A Pastagem respondeu com tonalidades do vermelho ao rosa e gradações de brilho, devidas ao teor de umidade, matéria orgânica e sílica contidos no solo. Para interpretá-la considerou-se o conjunto vegetal pelos critérios forma e textura, como fundamentais para a identificação desta classe. O parâmetro tonalidade tem baixa contribuição na identificação.

A textura, forma e arranjo facilitam o reconhecimento de parcelas de tamanhos representativos e possíveis de compor as classes mapeáveis de Culturas Perenes, as quais responderam na tonalidade verde claro. Enquanto as Culturas Temporárias + Capoeira Média e/ou Baixa responderam em tonalidade semelhante a das culturas perenes, mas com intensa variação que vai do verde claro até o rosa, necessitando, por isto, de trabalho de campo para comprovar as efetivas características desta vegetação.

A conformação das subbacias juntou culturas temporárias + capoeira média e/ou capoeira baixa com pastagens, numa mesma classe; e as capoeiras, em geral, com outras formas florestais na classe de "Vegetação Florestal" (Fig. 5; 6; e 7). Considerando esses fatores a Bacia Hidrográfica do Rio Caraparú foi dividida em tres sub-bacias hidrográficas compostas pelas microbacias: do rio Maguari, do alto rio Caraparú, do igarapé Xiteua, do rio Itá, do igarapé Mucunhambé, do igarapé Jacundaí, do igarapé Açú, do igarapé Quitéria, do médio rio Caraparú e do baixo rio Caraparú. Embora o número total de microbacias chegasse a vinte e duas, a maioria possuem áreas inexpressivas do ponto de vista da extensão, homogeneidade, e características morfométricas, por isto se tornaram substâncias interticiais das microbacias representativas e/ou das unidades geoambientais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do ponto de vista físico-ambiental a bacia hidrográfica imprime os fatores de adequabilidade sobre as microbacias, dentre eles a vegetação é considerada um recurso condicionante de alta correlação com o clima, é responsável pela manutenção do ciclo da água e fundamental para a conservação do ambiente agrícola, particularmente, porque proteger a terra da chuva e da evaporação que atuam diretamente sobre as características físicas do solo, textura, declividade, profundidade efetiva, capacidade de infiltração e escoamento da água, que podem redundar em processo erosivo (Beltrame, 1994).

4.1 A MICROBACIA HIDROGRÁFICA

Os processos relacionados ao meio físico, na visão capitalista de ambiente, são confundidos com a submissão dos chamados recursos naturais à ambição humana, que através da manipulação técnica altera o ordenamento natural e faz com que outro equilíbrio e qualidade sejam programados e direcionados para o crescimento econômico, incluindo-se nisso a simplificação do espaço físico em unidades, alheias às relações que se desenvolvem e se reproduzem no tempo. Ações antrópicas que nesse contexto geram categorias divisíveis, interpretáveis, descritíveis e, às vezes, interativas dentro da bacia hidrográfica.

A microbacia hidrográfica resulta do recorte da bacia mãe e, de acordo com Laurenti (1993), permite perceber que em termos gerais a região onde ela está inserida reproduz, na quase totalidade o padrão de ocupação das terras, revelando os processos e resultados das transformações do setor agrícola. Expõe com seu caráter local as circunstâncias do ambiente regional e a partir disso, o entendimento dos fenômenos de ordem geográfica compreendem o contexto geométrico do espaço ocupado por ela.

É uma categoria espacial ideal para o manejo de recursos naturais, sobretudo do solo, mas sua racionalidade se revela nos empreendimentos modernos que tendem para a produção de bens aceitos do ponto de vista ambiental, depende portanto de sistemas de produção implantados em sua área, onde inovações permanentes no campo da organização do trabalho e da geração de tecnologia devem compor as atitudes ou mudanças impressas pelo modo de produção das unidades rurais, fixando no imaginário das pessoas que a habitam e/ou experimentam as intervenções no seu meio físico, um processo histórico que orienta as ações

e limita a influência direta e/ou indireta das tensões identificadas no contexto local, incluindo prioridades para a transposição de fronteiras, acessos a equipamentos e ajustes dos limites das unidades.

Os limites administrativos municipais e/ou distritais, nem sempre coincidem com os limites naturais, especialmente porque o espaço físico de uma microbacia hidrográfica é função do complexo hidrográfico regional, mas é também a unidade racionalizadora do trabalho ou da implementação de práticas integradoras da tecnologia à sustentabilidade sócio-ambiental local, que podem auxiliar os pequenos e médios agricultores para que os recursos públicos sejam utilizados, de maneira a preservar suas particularidades socioeconômicas e a estimular a organização da produção em prol da melhoria da qualidade de vida no meio rural.

Como unidade de pesquisa a microbacia hidrográfica é um espaço homogeneizado pelos fenômenos considerados na sua caracterização, formas qualitativas e quantitativas, que às vezes induzem à questão temática ou para o delineamento das ocorrências naturais e/ou socioeconômicas que tendem a incorporar as feições regionais. E na estrutura regional, de maneira geral, os fatores antrópicos são os que mais influenciam o estado de conservação física da microbacia, portanto é importante a realização de um diagnóstico socio-econômico, mas que esse diagnóstico inclua a cobertura vegetal como fator de interface, pelo qual a vegetação é o primeiro recurso a sofrer com a intervenção do homem, e também o principal fator de manutenção dos outros recursos naturais, especialmente do solo.

Um diagnóstico dessa natureza pode mostrar que operações simples de substituição da vegetação alterada por plantios bem conduzidos com culturas perenes podem imitar as condições naturais antes instaladas na área; com plantio racional baseado em espécies de caráter químico, farmacêutico e alimentar, visando nichos de mercados lucrativos; aproveitando a disponibilidade da mão-de-obra local como forma de fixar o micro e o pequeno produtores rurais na terra, dentro de uma proposta de desenvolvimento local.

4.1.1 Tamanho da Microbacia Hidrográfica

O desenvolvimento local é uma concepção facilmente adaptável à microbacia hidrográfica como espaço da organização das atividades antrópicas, como possibilidade de controle dos ecossistemas ou como oportunidade de usufruto dos recursos naturais. De qualquer que seja o ângulo de observação, seu espaço físico tem o tamanho como a icógnita que condiciona as atividades em seu interior. Alguns autores tentaram definir um tamanho ideal de microbacia hidrográfica mas não há um consenso a respeito disso.

Nogeral as microbacias são escolhidas por suas representatividades sócio-econômicas e fisiográficas, tomando-se a região como referência onde a área, a localização, e as condições de trabalho justificam a dependência dos objetivos do projeto a ser implantado, de acordo com Freitas & Ker (1996), que apesar disso apresentam as sugestões de Pereira (1981):

- para verificação do efeito de diferentes práticas agrícolas nas perdas de solo, água e nutrientes, a área da microbacia não deve exceder os 50 ha.;
- para estudo do balanço hídrico e do efeito do uso do solo na vazão final, a área da microbacia pode ser de até 10 000ha. e;
- para estudos que requeiram apenas a medição de volume e distribuição de vazão, as bacias são representativas se suas áreas forem de 10 000ha a 50 000ha;

Apresentam também a classificação de Bordas et al. (1985) que definem:

- microbacias: áreas de até 10ha;
- minibacias: área de 10ha a 100ha;
- sub-bacias: áreas de 1000ha a 50 000ha e;
- pequenas bacias: áreas acima de 400km².

e a classificação de Cogo (1988) que considera:

- para fins hidrológicos, ideais as áreas de até 2 500ha e;
- para estimativa de vazão e volumes totais, uma área que pode chegar aos 25 000ha.

Os fundamentos dessas classificações são variados, mas o que parece ser básico nesta questão é a Terra ser vista como um sistema complexo constituído de subsistemas delineados por inúmeros conjuntos espaciais, revelados pela abrangência da escala, que os condiciona à compreensão do sistema hidrográfico. Esses conjuntos podem ser identificados em termos global, regional ou local; e representados no planisfério, na carta geográfica ou numa simples planta. Em qualquer dos casos, os elementos hidrográficos estarão contidos em diferentes graus de complexidade.

A hidrosfera terrestre possui inúmeras categorias espaciais e processos que definem os vários padrões desenvolvidos pelos cursos d'água. Nela o volume d'água e a extensão abrangida pela área drenada dependem do ambiente climático e do material geológico, por isso bacias podem ter mesmo nível de abrangência e volumes d'água diferentes e vice versa, o que denota que a bacia hidrográfica de um curso d'água, em uma parte do planeta, pode ter o mesmo tamanho de uma outra em um outro ponto, sem que suas características físico-ambientais e fatores morfométricos lhes definam como iguais.

O comportamento da água revela que as características da rede de drenagem são influenciadas pela declividade e pelo substrato rochoso, quanto mais difícil a infiltração da água, maior o escoamento superficial, maior a esculturação dos canais, que na bacia hidrográfica correspondem a relação densidade de drenagem-potencial erosivo, muito

importante na conformação de microbacias, que de acordo com Cruciani (1987), citado por Freitas & Ker (1996), compreende uma área de formação natural, drenada por um curso d'água e seus afluentes a montante de uma seção transversal estimada, para onde converge toda a água da área, os cursos e seus divisores definem o domínio espacial das propriedades rurais, residências, comunidades, escolas, estradas, etc.

O condicionamento a que estão submetidas as categorias e processos hidrográficos reflete o potencial de degradação do recurso solo (Beltrame, 1994), sobretudo se intervenções são realizadas à revelia de uma finalidade requerida pela classificação em mini, pequena, micro, ou outra. A nomenclatura independe do tamanho propriamente dito, confirmado por Prochnow (1990) que afirma que a expressão bacia hidrográfica pode ser utilizada, tanto para grandes como para pequenas áreas de terra, bastando para isso localizá-la no espaço e ajustar-lhe o nome do curso d'água responsável pela sua drenagem superficial.

Isto vale para qualquer curso d'água que exerça um domínio reconhecido. No Oriente Médio, por exemplo, o complexo hidrográfico dos rios Tigre e Eufrates corresponde a uma bacia que nasce no Planalto da Armênia, envolve toda a Planície da Mesopotâmia, na Turquia e Síria, e desagua no Golfo Pérsico. E na Europa, a bacia do rio Volga, nasce nos Planaltos Central e Valdaí, na Rússia, envolve parte do continente e desagua no Mar Cáspio. São dois sistemas hidrográficos, geograficamente importantes, mas deferentes, do ponto de vista físico e morfométrico.

O rio Nilo, formado pelos rios Nilo Branco, com nascente no Planalto dos Grandes Lagos em Uganda; e rio Nilo Azul, que nasce no Planalto da Etiópia na Etiópia, banha grande parte do continente africano e desagua no Mar Mediterrâneo. E, o rio Amazonas, na América do Sul, que nasce na Cordilheira dos Andes no Peru e Equador, envolve toda a região amazônica e deságua em frente a ilha de Marajó no Oceano Atlântico, também são complexos de importância global, mas, totalmente diferentes.

Aproximando-se o foco para o espaço nacional observa-se que as mesmas situações ocorrem no território brasileiro, as bacias por mais que pareçam homogêneas apresentam muitas diferenças. Os complexos dos rios Amazonas, São Francisco e Paraná são tão diferentes uns dos outros, quanto os anteriores, ou quanto os rios paraenses, representados pelos rios Pará, Capim e Guamá, que apresentam diversidades específicas. Mas estas diversidades podem ser homogeneizada, de acordo com a escala de abordagem.

Devido aos fatores físico-ambientais e à escala de abrangência o contexto hidrográfico regional da diversidade do rio Amazonas é constituído por inúmeros rios de importância sub-

regional como o rio Negro, o rio Tapajós, o rio Guamá e outros; e por muitos sistemas de características locais como o rio Guamá, que apesar de componente do complexo amazônico assume o complexo hidrográfico local e abriga a bacia do rio Caraparú, cujos afluentes delineiam várias microbacias como as do rio Maguari, do rio Itá, do igarapé Quitéria e outras, priorizadas por significarem recortes importantes do ponto de vista da formação de unidades homogêneas requeridas pelo planejamento.

A área drenada pelo rio Caraparú é formada à medida que cada curso afluente vai adquirindo sua própria abrangência, mas ao invés de suas microbacias definirem as características da bacia mãe, é ela quem as caracteriza pela dependência ao complexo hidrográfico regional onde os muitos fatores físico-ambientais relativos a bacia do rio Guamá a condicionam, climática, geológica, e pedologicamente, influenciando na ordem, tamanho, direção e densidade da drenagem, portanto, na forma, tamanho e hierarquia de cada microbacia. Além disto outros fatores de ordem socioeconômica devem ser arrolados como elementos de definição do tamanho das microbacias hidrográficas, inclusive os objetivos a que estiver submetida a bacia principal, considerando que uma hierarquia é previamente estabelecida para os cursos iniciais, desde o curso de maior ordem no sistema hidrográfico.

A hierarquia dos cursos d'água é representada pelas nascentes ou canais de primeira ordem, por canais de escoamento, no trecho médio de cada curso e pelos cones de dejeção, no baixo curso, que tendem a detalhar ou generalizar as feições de forma compatível com a escala de representação, a medida em que características tendem a se aproximar ou a se afastar, delineando a abrangência espacial de cursos análogos. Neste contexto tipologias espaciais vão adquirindo importância analítica e as similitudes vão sendo reveladas por várias áreas individualizadas, representadas por microbacias.

Isoladas ou reunidas as microbacias podem formar unidades maiores, portanto o fator tamanho, nesta concepção é subjetivo, transcende às condições ecológicas ou físicas e não prescinde da conexão com o complexo hidrográfico e nem da concepção de desenvolvimento local, pela qual todo curso d'água é considerado de interesse para uma dada região. A bacia hidrográfica é passiva de ser subdividida em outras categorias, mas o sistema hidrográfico por si só não garante a hierarquia em micro, mini e/ou mesobacias.

Fisicamente a escala de abrangência é mais notada, pois representa a extensão do espaço ocupado pela bacia hidrográfica, mas é a escala de abordagem, correspondente à relação entre a área da bacia e o grau de generalização dos objetos representados nela que tem maior significado para seu tamanho. Isto denota que uma escala de 1:100 000 tem

generalização, obrigatoriamente, maior do que uma escala de 1:25 000, ou que escalas menores que 1:1 000 000, contém generalizações extremas (Ross, 2001).

A definição de tamanho para microbacias hidrográficas deve ser contextualizada no nível regional, de modo que aquela inserida em um complexo hidrográfico como o do rio Amazonas, tenha, com certeza, dimensões muito superiores as de uma outra de mesma ordem, inserida num complexo como o do rio São Francisco. Mas este argumento não isenta a área da microbacia da importância que têm as intervenções preconizadas para o seu interior, incluindo sua localização compatível com a disponibilidade de recursos material, humano e financeiro e com a escala de sua representação.

Quanto maior a extensão da unidade taxonômica, maior o grau de generalização e menor a escala de representação (Ross, 2001). A bacia hidrográfica do rio Amazonas, por exemplo, exige uma escala muito pequena para sua representação, menor que 1:1000 000, com alto grau de generalização; já a bacia hidrográfica do rio Guamá pode ser focalizada em escalas pequenas, entre 1:1 000 000 e 1: 500 000; ou em escala média, entre 1:500 000 e 1:250 000; e a bacia hidrográfica do rio Caraparú, em escalas grandes, entre 1:250 000 e 1:100 000 ou muito grandes e especiais, entre 1:100 000 a maiores que 1:25 000, que patrocinam maiores níveis de detalhes.

A compreensão da escala é fundamental na delimitação de microbacias hidrográficas, apesar da morfodinâmica da paisagem, ações do clima, do relevo, do material rochoso, do solo, da cobertura vegetal e de outros elementos, que incluem a atuação do homem como agente econômico gerador de riquezas, que mais afeta ou altera, de imediato, a cobertura vegetal, total ou parcialmente (Ross, 2001), a escala é a possibilidade de representar e interpretar a abrangência da bacia para caracterizá-la como sub-bacia, microbacia ou outra categoria.

A colaboração potencial de técnicos da extensão rural e o interesse da comunidade: proprietários rurais, prefeito, vereadores, escolas, cooperativas, associações de classe e de agricultores, etc., transformam a microbacia em um polo gerador de tecnologia e de aplicação de recursos (Freitas & Ker, 1996) para o manejo dos solos, pelo que se deve levar em conta a dimensão enquanto tamanho, e enquanto abrangência.

O razoável é que a compartimentação topográfica e o tipo de relevo associados aos processos morfodinâmicos e pedogenéticos estejam de acordo com a aplicação da escala, no momento da delimitação da bacia, portanto, que o critério de classificação considere as características do complexo hidrográfico, da bacia principal e eleja variáveis morfométricas

associadas às características físicas, socioeconômicas e aos objetivos técnicos da intervenção, incluindo as condições locais de inserção regional, para definir os recortes espaciais (microbacias):

- elegendo uma bacia no complexo hidrográfico regional;
- definindo o curso principal da bacia eleita no complexo, para selecionar o curso mantenedor da área de drenagem, pela ordem, imediatamente inferior, na escala hierárquica dos cursos d'água;
- considerando o sistema de drenagem, de acordo com a ramificação do curso mantenedor;
- ordenando os canais que compõem cada área de drenagem, a partir de um dos métodos de hierarquização dos cursos d'água: Horton, Strahler, Scheidegger e Shreve, importantes para definir subbacias;
- levantando os fatores socioeconômicos de influência para os cursos selecionados e;
- definindo os objetivos da classificação do sistema hidrográfico por microbacias.

No processo de definição de microbacias os elementos constituintes do padrão de drenagem são importantes para dedução de fatores dominantes e auxiliares na identificação do regime climático, do substrato rochoso, do tipo de solo, etc:

- área de drenagem (A): comprimento (C) e largura (L) da área drenada;
- forma da área drenada (Ic), (If), (Kf) ou (Kc);
- perímetro da área drenada (P);
- densidade de drenagem (Dd);
- ordem dos canais (Oc);
- número de seguimentos de cursos d'água (Nr);
- comprimentos totais dos cursos d'água (Ct); e
- frequência de cursos d'água (Fr).

Uma associação colaborativa reafirma a importância do tamanho da microbacia para o manejo do solo, considerando que na concepção de desenvolvimento local a abrangência espacial e/ou geossocial, às vezes, é confundida com o geossistema e quase sempre decorre da interação homem/ecossistema, que para Blancaneaux et. al. (1998) significa o planejamento do uso dos recursos naturais a partir de planos de ações de ocupação física do espaço, na perspectiva de revelar uma unidade espaço-geográfica.

Como unidade geossistêmica a microbacia hidrográfica contém a vegetação, a terra e as águas que ocorrem nas propriedades agrícolas, passivas de integração para estabelecimento de produtos e rendas definidores de vantagens econômicas: mas como espaço geográfico, a microbacia pode sofrer com as vantagens econômicas que nem sempre constituem bem estar social, uma vez que podem não corresponder a um bom proveito ambiental.

As ações antrópicas em prol da utilização dos recursos naturais devem dispor de um espaço ideal para o planejamento, mas se os recursos não são adequadamente utilizados suas explorações podem provocar exaustão, levar o produtor à indefinição de caminhos e o meio rural à pobreza. E isto pode se agravar, segundo Martini & Garcia (1987), com a maior capitalização da agricultura que reduz o espaço físico e social do pequeno produtor rural.

O espaço físico e social do pequeno produtor rural é viabilizado pelo planejamento quando considera a microbacia fator de integração das condições objetivas com a sistematização da realidade. A representação espacial dos elementos da atividade antrópica funciona como instrumento de compreensão e/ou simplificação do ambiente heterogêneo, pois converte a subjetividade das ações antrópicas em objetividades distribuídas geograficamente.

Por esta compreensão a bacia hidrográfica do rio Caraparú representa uma unidade espacial capital para o planejamento municipal de Santa Izabel do Pará. Suas características definidas por critérios pré-estabelecidos identificam domínios temáticos ou manchas que correspondem às interações de elementos associados. Seu espaço é imposto pelos fatores físico-ambientais e sócio-econômicos, condicionados por uma concepção metodológica, que arrola a escala para definir os níveis particulares ou locais.

Por esta perspectiva as microbacias do rio Caraparú, assim como as de outros sistemas hidrográficos, têm áreas, nem sempre superpostas às áreas das propriedades agrícolas, assim como a área da bacia principal não corresponde à área do município. A abrangência de cada microbacia vai além de seu espaço físico, inclui a concepção de outros espaços não materializáveis fisicamente e só possíveis devido a artificialização do conceito e graças a ocorrência do imaginário humano, que lhes tornam partes da realidade resultante da ação organizativa dos homens.

Trata-se de um tipo de modelagem que resgata a concepção de realidade aparente, confundida com o meio ambiente ou com a ecologia, de acordo com a vigência política nacional e/ou com o modo de produção que determina espaços individualizados. A realidade não em si é um objeto de contemplação traduzido por formas de espaços previstos e passivos de serem divididos em unidades, ou por recortes feitos pela cognição humana que compõem, desse modo, o mosaico ou desenho definido por um conjunto de procedimentos metodológicos de interpretação ou previsão de uso da terra.

4.1.2 Microbacia como Unidade de Conservação

A idéia de realidade essencial instrumentaliza a realidade aparente adequando os pontos da representação às dimensões do objeto concreto, favorece uma estratégia de composição da estrutura espacial e consolida os recortes previstos pela interpretação das temáticas, contidas pelos limites e condições impostas pela idealização antrópica do *espaço lugar*. A parcela da realidade apreendida facilita o uso de códigos e a ação decodificadora do sistema geográfico.

A codificação-decodificação, de acordo com Assad & Sano (1998), aplica-se ao sistema geocartográfico definido pelo arranjo espacial das bacias e sub-bacias, de forma que os subsistemas portam-se de maneira diferente frente à realidade objetivada, deixam de ser a realidade em si para apresentarem-se como uma saída, contendo um novo aspecto, ou geocampo temático, devidamente codificado. E para se evitar que essa codificação seja confundida com tomar a realidade numa fotografia da situação concreta ao invés do desenho da realidade imaginada, é preciso mais que transcrever os elementos da realidade para o plano das representações, pois ao se projetar a realidade as operações zonais ficam restritas às temáticas que se encontram na base do ato de mapear, e isto distancia a concepção de unidade como objeto cognoscível, inicialmente idealizado para a conceituação de microbacia.

O efeito fotográfico é atenuado com a decodificação num nível de conhecimento capaz de apontar condições de analogia entre a realidade concreta e a reprodução coerente dos geoobjetos que compõem os geocampos do sistema geográfico (Assad & Sano, 1998).

Para o entendimento disto se pode juntar a experiência do planejador e a do pequeno produtor, com vivências e “contextos reais”, alocado-os em unidades geocartográficas tomadas como modelo na microbacia hidrográfica. No caso do planejador os predicados espaciais são consequências de subconjuntos de conjuntos originais da realidade, e seus atributos são os atributos de cada geoobjeto, cujos valores impressionam os geocampos temáticos típico dos zoneamentos, e a lógica dos sistemas geográficos de informações (SIG) permite realizar análises complexas integrando diversas fontes para criar bancos de dados georreferenciados, de tal modo que os contrastes desses predicados sejam realçados em imagens de contatos nítidos propiciadas pelas composições coloridas.

Esse esforço tecnológico revela os geocampos do sistema cartográfico para que o pesquisador possa articular os elementos contidos na feição da imagem de sensoriamento remoto, mas carece da capacidade humana de produzir sentido à realidade contextualizando-a histórica, econômica, social e politicamente, desenvolvendo diferentes espaços regionais dentro da bacia hidrográfica.

Por outro lado, do ponto de vista do micro ou pequeno produtor rural, obstáculos ou dificuldades para entender o que se passa com sua propriedade decorrem das dúvidas sobre como desenvolver-se economicamente e manter uma boa qualidade ambiental, como produzir sem degradar, ou, ainda, como gerar excedentes (?). Na área da bacia hidrográfica do rio Caraparú os atores sociais estão à margem dos fundamentos técnico-científicos, não sabem que vivem no limiar entre a produção e a conservação dos recursos naturais, (principalmente o

solo), não sabem que suas propriedades fazem parte de uma microbacia hidrográfica e que por isto estão contidos no conjunto regional da bacia principal.

Na cosmovisão do micro ou pequeno produtor rural, em geral, se identifica equipamentos tecnológicos, técnicas e elementos institucionais de caráter empresarial ou comunitário necessários ao enfrentamento de distorções ou mudanças nos parâmetros climáticos, geomorfológicos e hidrológicos que influenciam as características sócio-econômicas da produção. Mas o manejo integrado por microbacia hidrográfica inaugura um novo padrão de desenvolvimento sustentável, considera a microbacia como célula da bacia hidrográfica e permite uma maior eficiência no uso dos solos com facilidade na aplicação de políticas de conservação do mesmo.

Este modelo arrola a bacia hidrográfica como unidade da paisagem regional composta por sub-bacias capazes de funcionar como matriz política de aplicação de estratégias e técnicas para a conservação do solo. A microbacia hidrográfica é a unidade de conservação delineada pelo desenvolvimento local, de acordo com o princípio da adequabilidade, que permite identificar recortes em função das características físico-ambiental, sócio-econômicas e morfométricas, revelada numa abordagem diagnóstica que define:

- a área ocupada pela bacia hidrográfica eleita e suas características físico-ambiental e socioeconômica;
- o estágio de desenvolvimento ou degradação dos recursos naturais: água, vegetação e solo em cada microbacia hidrográfica, incluindo o uso da terra e produção agrícola alcançada;
- o mapa com as características dos diferentes tipos de solo, incluindo relevo, material litológico, susceptibilidade à erosão, fertilidade natural, aptidão agrícola e etc.;
- a inserção no contexto regional, sobretudo em relação aos aspectos sócio-econômicos gerais, sociais; acesso aos centros político-administrativos e consumidores;
- o limite de unidades como fator de efeito para o planejamento, onde as unidades devem obedecer parâmetros impostos pelas linhas do plano de desenvolvimento integrado local.

4.2 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPARÚ

A bacia hidrográfica do rio Caraparú integra uma unidade espacial regional representativa do município de Santa Izabel do Pará, e seu contexto local pressupõe previsão de políticas de uso dos recursos naturais, técnico-agrícolas e financeiros correspondentes à prioridade do planejamento. Essa perspectiva lança os recortes relativos as microbacias hidrográficas dentro da bacia mãe que possui duas pequenas áreas não integradas ao contexto municipal, uma com 5,25km² a Oeste, no município de Benevides e outra de 1,77km², a Leste, no município de Castanhal.

Nesta bacia o rio Caraparú é o curso principal com nascentes localizadas ao norte, próximo a sede do município, à margem direita da rodovia BR-316 (Pará-Maranhão), praticamente divide o município no sentido Norte-Sul. Pela margem direita apresenta o rio Maguari, com nascentes a Nordeste e os igarapés Mucunhambá e Jacundaí, que nascem a Oeste e Sudoeste, como seus afluentes principais. E pela margem esquerda, o igarapé Xiteua, com nascentes ao Norte; o rio Itá, com nascentes distribuídas de Norte a Nordeste e os igarapés Apeí, Açú e Quitéria, que nascem a Leste e a Sudeste, são seus principais afluentes.

As coordenadas geográficas desta bacia são definidas pelas latitudes: $01^{\circ} 15' 47''_{23}S$ e $01^{\circ} 30' 41''_{06}S$ e longitudes: $48^{\circ} 01' 44''_{22}W$ e $48^{\circ} 15' 06''_{05}W$ que a situam à margem direita da rodovia BR-316 (Pará-Maranhão), a 40km de Belém, numa área de 56,58% dos 683,20km² do município de Santa Izabel do Pará (Fig. 1).

4.2.1 Caracterização Morfométrica

4.2.1.1 Área de Drenagem

A área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Caraparú (Fig. 2) tem 386,53km² sob influência do rio Caraparú que é o canal principal, que mede da foz até a nascente 37,98km, mas o comprimento da bacia é de 26,98km por uma largura de 22,57km, num perímetro de 98,14km; enquanto o total da rede de drenagem é de 282,50km.

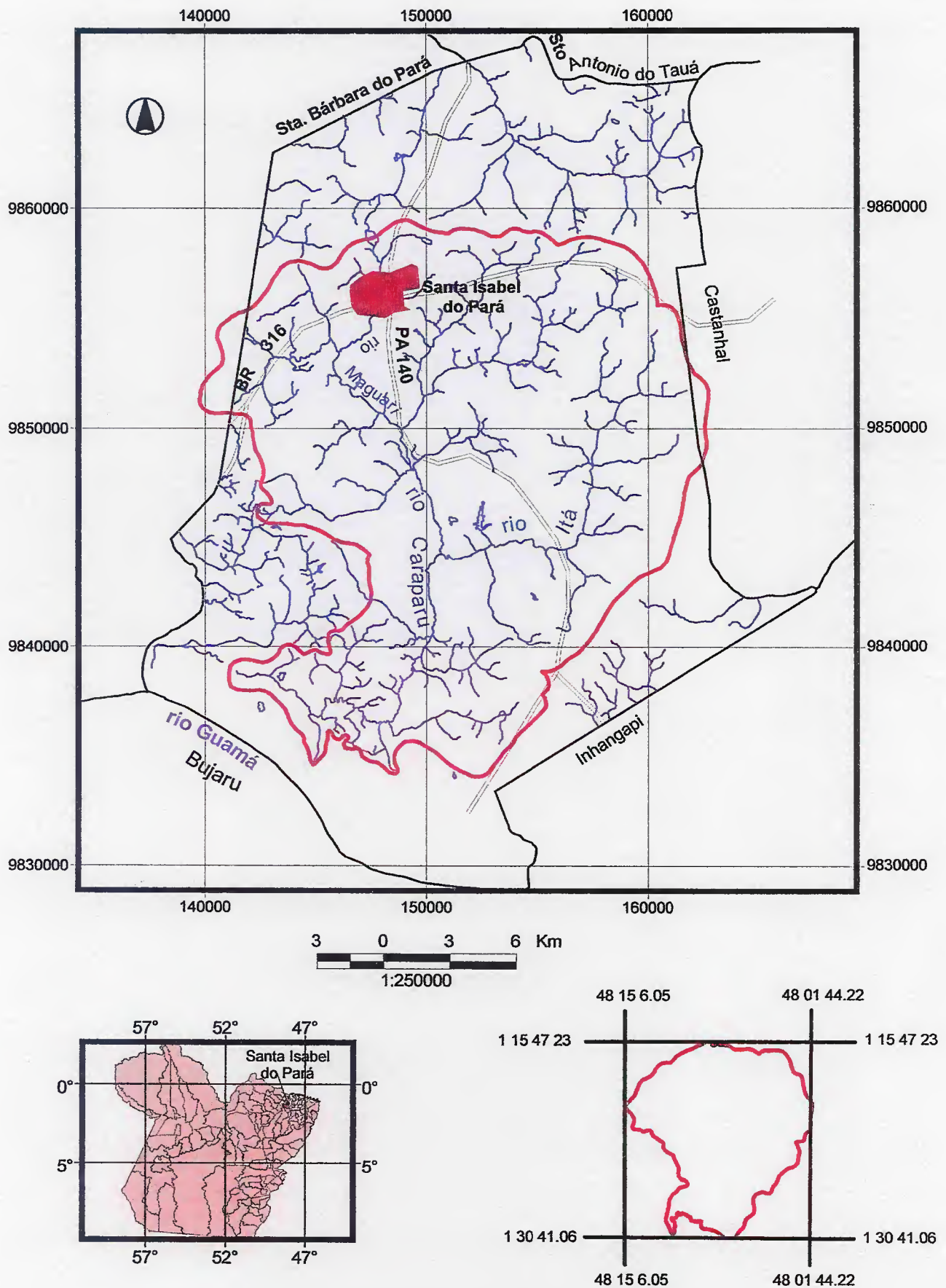
O índice de circularidade $I_c=0,50$ para a bacia hidrográfica do rio Caraparú tem como significado a forma não circular que impõe-lhe grandes espaços vazios na área de drenagem, ao mesmo tempo em que o fator de forma $k_f=0,53$ indica leve tendência à enchente.

4.2.1.2 Sistema de Drenagem

Ordenamento dos Canais

A hierarquia dos canais da bacia hidrográfica do rio Caraparú foi definida, de acordo com o método de Horton, segundo o qual o rio principal tem a mesma ordem, desde a sua nascente, e os canais de 2ª ordem são aqueles que recebem contribuições dos de 1ª ordem; os de 3ª ordem recebem os de 2ª, mas também podem receber afluentes de 1ª ordem e assim por diante. Este método contribui para definir as várias microbacias e suas ordens. Definiu 149 cursos de primeira ordem, 51 cursos de segunda ordem, 7 cursos de terceira e 2 cursos de quarta ordem para esta bacia de 4ª ordem, cujo conjunto de cursos apresenta diferentes estádios de padrão dendrítico, com predominância de uma drenagem bem integrada.

Figura 1 Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Caraparu no Município de Santa Isabel do Pará



Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem (Dd) da bacia hidrográfica do rio Caraparú apresenta $Dd=0,73\text{km/km}^2$, indicando que não se trata de uma bacia bem drenada, embora apresente drenagem uniforme, com padrão dendrítico e um grau de controle médio para seus cursos d'água. Condição que decorre de seu relevo plano a ondulado com ocorrência geológica de arenitos finos ou grosseiros e argilitos cauliniticos; aluviões formados de argilas, cascalhos e areias, que juntamente com os fatores climáticos promovem a formação dos Argissolos Amarelos, do Latossolo Amarelo, dos Gleissolos Háplicos e dos Neossolo Quartzarênico e Neossolos Flúvicos, que ocorrem na área;

Em função desse relevo e desses tipos de solo os canais da bacia hidrográfica do rio Caraparú assumem várias direções, caracterizam uma forma não orientada da drenagem, cuja mudança de direção é de alta angularidade, com ângulos de junção, frequentemente, retos ou agudos. 302 cursos d'água somam 282,50km de drenagem, num comprimento médio da ordem de 0,93km, e uma frequência de 0,78 cursos d'água por km^2 .

4.2.2 Caracterização Física

4.2.2.1 Aspectos da Geologia

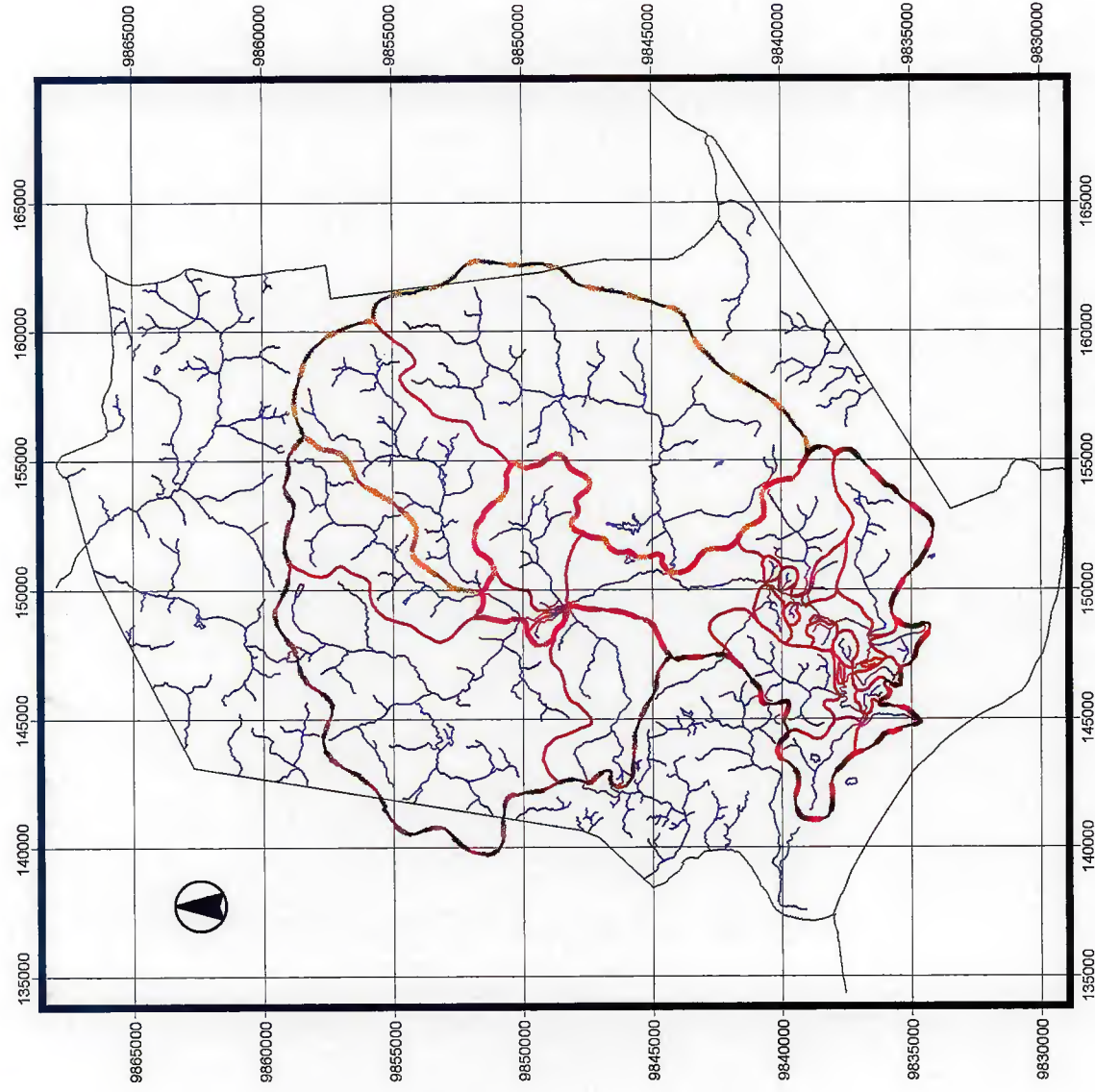
A geologia da Bacia hidrográfica do rio Caraparú corresponde as unidades da Zona Geológica Bragantina, de terrenos do Arqueano, Terciário e Quaternário, formações Pirabas composta por calcário folicífero de origem marinha, a leste de Belém; Formação Pebas com afloramentos de argilas plásticas e arenosas em locais próximos a Apeú; Castanhal; e a 18 km de Benevides; e Formação Barreiras que domina a área com arenitos finos do Terciário.

Além dos arenitos, siltitos e argilitos cauliniticos de lentes de conglomerados e arenitos grosseiros, pouco consolidados e friáveis, geralmente maciços e estratificados horizontalmente caracterizam a formação Bareiras. Em menor proporção, mas tão importante quanto os demais, o Quaternário ocorre com Aluviões de argilas, cascalhos e areias, em geral, inconsolidados, que compõem as várzeas dos rios Guamá, Caraparú, Itá e Maguari.

4.2.2.2 Aspectos da Geomorfologia

O relevo da bacia hidrográfica do rio Caraparú corresponde ao complexo regional de baixos platôs, tabuleiros e áreas de várzeas, da unidade morfoestrutural do Planalto Rebaixado da Amazônia, considerado por Vieira et al. (1967), a paisagem geral da planície amazônica.

Figura 2 Micro-bacias hidrográficas do Rio Caraparú destacando as sub-bacias hidrográficas homogêneas que caracterizam unidades geográficas



- Limite Municipal
- - Limite da bacia
- Sub-bacia hidrográfica médio-baixo Caraparú
- Sub-bacia hidrográfica alto Caraparú-Maguari
- Sub-bacia hidrográfica Ita-Xiteua
- Limite das Microbacias
- Drenagem

Fonte: Fonte Cartas da DSG e Cena do Landsat TM, órbita 223, ponto 61

Nessa paisagem amazônica destaca-se o vasto depósito aluvial de origem nos sedimentos do período Pós-Cambriano que define dois tipos topográficos, morfologicamente distintos, a “várzea” e a “terra firme”. A Várzea como unidade morfológica correspondente aos depósitos recentes do Pleistoceno e do Holoceno ou Atual localizada às margens dos rios que sofrem influência das marés diárias ou sazonais, classificada como Planície Aluvial Inundável de Formação Quaternária, de relevo plano dominando sobre pequenos declives, desde a margem dos rios Guamá e Caraparú (várzea alta) até uma área de cota inferior (várzea baixa), que antecede o “igapó”, cujas áreas são permanentemente alagadas. Localiza-se próximo aos rios Caraparú, Maguari e Itá, em interface com a terra firme. Sendo a várzea de maior representatividade a da margens do rio Guamá, e a próxima da foz do rio Caraparú.

A Terra Firme corresponde à Planície Sedimentar do Pleistoceno e Holoceno Não Inundável, sobre cotas acima do nível das águas em relevo, predominantemente, plano mas que evoluem para o suave ondulado com pendentes mais longas e suaves, até atingir o relevo ondulado com pendentes curtas e mais inclinadas, em áreas dissecadas pela rede de drenagem, sobretudo próximo às nascentes ou às margens dos canais de 1ª ordem.

4.2.2.3 Aspectos da Cobertura Vegetal

A bacia hidrográfica do rio Caraparú é coberta por uma vegetação primária decorrente do domínio da floresta densa de terra firme ou floresta tropical úmida que na classificação do IBGE corresponde a floresta ombrófila densa, e na da Embrapa (1999) a Floresta Equatorial Subperenifólia. Em ambiente alagável ou constantemente úmido ocorre a floresta de várzea, chamada pelo IBGE de Floresta Ombrófila Densa de Planície Aluvial, e pela EMBRAPA (1999) de Floresta Equatorial Higrófila de Várzea.

Floresta Equatorial Subperenifólia

Esta vegetação de aspecto e estrutura variados, em cuja algumas espécies perdem, parcialmente, as folhas no período de menor precipitação do ano, não existe mais na área da bacia hidrográfica do rio Caraparú por causa da pressão do uso agropecuário em décadas de exploração, que resultou na formação de uma outra vegetação, chamada de “secundária”, atualmente em vários estágios de desenvolvimento (“capoeiras”).

Floresta Equatorial Higrófila de Várzea

Vegetação florestal que ocorre em menor proporção em ambiente alagável ou constantemente úmido, observada às margens de vários cursos d'água que compõem a bacia

hidrográfica do rio Caraparú como um conjunto vegetal no qual as espécies não perdem folhas em nenhum período do ano, e contêm muitas palmáceas, entre as quais se destacam o açazeiro (*Euterpe oleracea* mart.) e o buritizeiro (*Mauritia ocoteata* H.E.K.). Mesmo neste tipo florestal muitas áreas são alteradas e apresentam características de vegetação secundária ou capoeira, que tanto pode possuir características de floresta equatorial subperenifólia como de floresta higrófila de várzea, com diferenças marcantes em relação a vegetação primitiva, principalmente no que diz respeito a sua constituição florística.

Vegetação Secundária (Capoeira)

Esta vegetação é constituída de espécies resultantes de ações antrópicas, características de áreas em abandono devido ao declínio da produtividade. São áreas em pousio com recuperação em vários estágios de desenvolvimento, cuja forma, arranjo, concentração e diversidade de espécies decorrem, sobretudo, das diversas formas de uso da terra que resultaram em: capoeira alta, capoeira média e capoeira baixa.

A Capoeira Alta é uma vegetação secundária constituída de espécies em estágios lenhosos da sucessão, sem plantas emergentes, resultante de pousios de 15 a 25 anos; porte entre 15 e 25 metros de altura e diversidade de espécies, como: aracá (*Bellucia sp.*), andiroba (*Carapa guianensis*), aquariquara (*Minquartia guianensis* Aubl.), cupiúba (*Goupia glabra*), breu (*Protium spp.*), louro (*Ocotea guianensis*), morototó (*Didymopanax morototoni*) e fava (*Vatairea spp.*).

A Capoeira Média é semelhante a capoeira alta em espécies, porém com porte entre 10 e 25 metros de altura, devido, provavelmente, ao menor tempo de pousio, entre 10 e 15 anos. Enquanto a Capoeira Baixa corresponde a uma regeneração de áreas antrópicas em pousio de 5 a 10 anos, com estágio de sucessão da vegetação que reflete parâmetros ecológicos do ambiente e condição, que, constantemente, a faz confundir-se com parcelas de cultivos anuais e/ou perenes. Apresenta porte entre 10 e 15 metros de altura, e as espécies mais comuns de sua composição são: o abiu (*Richardella macrophila*), a abuta (*Abuta rufescens*), a amaparana (*Thyrsodium paraense*), a andorinha (*Banana guianensis*), o aracapuri (*Pogonophora schomburgkiana*) o bico de tucano (*Heliconia psittacorum*), o buxuxu de formiga (*Cordia nodosa*), a cacaarana (*Thebroma speciosum*) e o Caripé (*Licania leptostachya*).

Pastagem

Constitui uma vegetação de caráter artificial formada a partir do plantio de gramíneas, pou representada no âmbito desta bacia, com baixa lotação e pouca conservação.

Área Cultivada

Esta área apresenta Cultivos Perenes constituídos de vegetação artificial, com espécies de valor econômico como fruteiras, essências florestais, madeiras ou medicinais em parcelas bem definidas, assim como uma associação de Cultivo Temporário + Capoeira Média e/ou Baixa, que corresponde às espécies de ciclo curto como o feijão, o milho, a mandioca e etc., as quais tendem a ser abandonadas após a colheita, e misturadas a capoeira em diversos estágios.

4.2.2.4 Aspectos Climáticos

Os fenômenos meteorológicos são responsáveis pelas condições climáticas, seus parâmetros permitem medições de variáveis que caracterizam o clima. Pelo Método de Thornthwaite & Mather (1955), baseado no índice hídrico ou índice efetivo de umidade (IM); no índice de aridez (IA); e no índice de umidade (IH) observados ao longo dos anos, classificou-se o clima da bacia hidrográfica do rio Caraparú como Úmido (B4rA'a') com pequeno ou nenhum déficit de água nos meses menos chuvosos (junho a novembro), cujo regime megatérmico permite vegetação durante o ano todo.

Esse clima na classificação de Köppen corresponde ao Clima Af. Subtipo do clima tropical chuvoso (úmido), caracterizado por apresentar temperatura do ar média de todos os meses do ano maior que 18,0°C (megatérmico) e quantidade de precipitação pluviométrica média mensal do mês menos chuvoso maior ou igual a 60,0mm. E é corroborado pelos dados de circulação do ar, pluviosidade, temperatura do ar, umidade relativa do ar, insolação, nebulosidade e evaporação, apresentados aqui.

Circulação do Ar

Corresponde as condições inerentes ao clima da região Norte/Nordeste do Estado do Pará, ou à influência dos sistemas de circulação da atmosfera perturbada que, segundo Nimer (1989) e Unama (2001) apresentam:

Massa Equatorial Continental (MEC) constituída pelos ventos de NE do Anticiclone dos Açores e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que por sua forte umidade é responsável pelas chuvas abundantes, predominantes do verão/outono no Hemisfério Sul; e Massa Equatorial Atlântica (MEA) constituída pelos ventos de E a NE do Anticiclone Subtropical Semifixo do Atlântico Sul e do Anticiclone Subtropical Semifixo dos Açores, frequentemente acompanhados de tempo estável, com predominância no inverno/primavera do Hemisfério Sul.

Pluviosidade

Caracterizada pelo movimento ascendente e freqüente de massas de ar úmido na região amazônica que provocam precipitações do tipo convectivas e em forma de pancadas de curta duração. Essas chuvas variam anualmente de 1 970,5mm, observados em 1981 a 4 045,2mm, observados em 1985. Neste último ano o índice de pluviosidade foi superior a média 33,4%, em oposição ao ano de 1981, quando o índice pluviométrico de 35,0% esteve abaixo da média do período, sendo que o total médio anual é de 3 031,9mm.

O período menos chuvoso nesta bacia vai de junho a novembro quando a precipitação total é de 899,7mm, e o período mais chuvoso vai de dezembro a maio quando a precipitação total chega a 2 132,1mm, traduzidas pelos índices de 29,7% e 70,3% do total médio anual, respectivamente. No período de setembro a novembro, quando ocorre menor precipitação, o total é de 382,8mm e, de janeiro a março, mais chuvoso, é de 1 208,7mm, correspondentes aos índices de 12,6% e 39,9% do total médio anual, respectivamente.

Temperatura do Ar

Os meses mais quentes do ano na área da bacia do rio Caraparú são outubro, novembro e dezembro, quando a média alcança 26,6°C e os meses menos quentes são janeiro, fevereiro e março, quando a média atinge 25,5°C. A temperatura média compensada varia em torno de 26,0°C e revela um regime térmico elevado e homogêneo. Em termos específicos a temperatura máxima observada é de 36,8°C no mês de novembro de 1976 e a mínima, observada está entre tres temperaturas que se destacaram: 17,8°C em julho de 1974; 18,2°C em março de 1977 e; 18,6°C em setembro de 1985.

A média anual das temperaturas máximas varia em torno de 31,7°C, sendo que nos meses mais quentes: outubro, novembro e dezembro a média atingiu 32,9°C, enquanto a média anual das temperaturas mínimas variou em torno de 22,1°C, numa amplitude térmica anual de 16,2°C a 17,6°C, nos meses mais quentes, e de 15,9°C e 16,4°C, nos meses menos quentes.

Umidade Relativa do Ar

O clima local da bacia do rio Caraparú é úmido com média anual de 85,0% de umidade relativa do ar, elevada em função do ciclo das precipitações que apresentam valores médios multianuais-mensais, entre 80,0% e 90,0%, considerado normal, tanto por causa dos meses mais chuvosos (janeiro a junho), em que a média chega a 89,0%, quanto por causa dos meses menos chuvosos (julho a dezembro) quando a média cai para 82,0%.

Insolação e Nebulosidade

É característica da região amazônica possuir altos índices de irradiação solar com intensa insolação sobre o Estado do Pará e, por conseguinte, sobre o município de Santa Izabel do Pará onde encontra-se a bacia hidrográfica do rio Caraparú, a média total anual é de 2 178,1 horas de insolação (brilho solar) e a insolação mais acentuada ocorre de junho a novembro com 65,0% do total anual, decrescendo entre fevereiro e abril devido a intensa nebulosidade resultante da maior frequência de chuvas.

No período de junho a setembro, embora os dias sejam, ligeiramente, mais curtos a luminosidade é maior, explicando a nebulosidade ascendente até fevereiro e março quando ocorre um período de instabilidade decorrente da presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pela estação chuvosa (Nimer, 1989).

Ao contrário da insolação a nebulosidade é mais intensa no período mais chuvoso (dezembro a maio) quando a atmosfera regional está sob influência da ZCIT. Estima-se para este período valores médios mensais entre 5,0 décimos e 8,0 décimos, com média anual de 6,5 décimos, sugerindo um relacionamento estrito e diretamente proporcional ao regime pluviométrico da área da bacia.

Evaporação

A evaporação está relacionada com os índices de insolação e de temperatura do ar, cuja maior taxa para a bacia do rio Caraparú foi de 461,7mm (61,7%) no período de julho a dezembro, e a menor taxa de evaporação ficou em 291,7mm (38,7%) no período de janeiro a junho, concorrendo para um maior índice de evaporação (total médio mensal-multianual), de 80,9mm no mês de agosto contra um menor, de 37,6mm em fevereiro. Correspondendo aos meses de maior e menor índice de insolação e menor e maior índice de nebulosidade.

Balanço Hídrico

O Balanço Hídrico é apresentado para explicar os condicionamentos climáticos de uma região. Na bacia hidrográfica do rio Caraparú o balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955), proposto por Unama (2001) para o município de Santa Izabel do Pará, exige dados de precipitação e de evaporação; dados referentes a perda conjunta de água do solo pela evaporação e da planta pela transpiração, que em conjunto chama-se *evapotranspiração*. E serve para avaliar as condições de disponibilidade de água no espaço do solo ocupado pelas raízes das plantas, além de ser requisitado pelos projetos de manejo de sistemas de irrigação e drenagem; zoneamento agrícola; cultivo de espécies; e outros empreendimentos.

De acordo com esse modelo a evapotranspiração potencial da bacia hidrográfica do rio Caraparú atingiu 1 564,0mm, com índices máximos em outubro, novembro e dezembro: de 140,0mm; 137,0mm; e 141,0mm, respectivamente, determinando características sazonais de excesso e/ou déficit hídrico, nos meses de maior e menor disponibilidade de água no solo. Com uma retenção hídrica de 125,0mm resulta num total médio anual de deficiência hídrica de 3,0mm, distribuídos entre os meses de outubro e novembro, e num excedente hídrico de 1 472,0mm, distribuído entre os meses de dezembro a setembro. Teoricamente não existe déficit hídrico no âmbito da bacia hidrográfica do rio Caraparú, porém o stress hídrico dos cultivos e as práticas de irrigação apresentados na área sugerem o contrário, levando a crer que este modelo de balanço possui restrições à prática agrícola.

A retenção hídrica estimada em 125,0mm contribuiu para uma subestimação do déficit hídrico, sobretudo porque desconsiderou que a grande maioria das plantas desenvolvem um sistema radicular de até 50cm de profundidade e que os solos da área da bacia hidrográfica do rio Caraparú apresentam baixa retenção de água, devido seus horizontes superficiais apresentarem teores de argila entre 110g/kg e 270g/kg de solo no horizonte A (os Gleissolos Háplicos alcançam valores entre 260g/kg e 400g/kg). O déficit hídrico, portanto, é inevitável para essas condições, pois segundo Bernardo (1995), citado por Unama (2001), solos com essas características apresentam retenção de água, entre 0,6mm e 0,8mm/cm de profundidade e esses parâmetros permitem estimar uma retenção hídrica para os primeiros 50cm de solo, em torno de 35mm, o que os torna bastante vulneráveis para a agricultura durante o período de estiagem (agosto a novembro).

4.2.2.5 Aspectos dos Solos

O clima é fundamental e limitante das atividades agrícolas, influencia em todos os fatores de constituição ambiental, portanto condiciona o solo como suporte das espécies que se materializam sobre ele e se alimentam de sua energia. Na bacia hidrográfica do rio Caraparú os solos são a possibilidade de uso agrícola das terras, e de acordo com Santos et al. (2000) são classificados como Argissolos Amarelos (PAd1 e PAd3); Latossolo Amarelo (LAd); Gleissolos Háplicos (GXbd1 e GXbd2); Neossolo Quartzarênico Hórtico Latossólico (RQ); e Neossolo Flúvico (RUbd) (Figura 3). Esses solos, de maneira geral, apresentam baixa reserva de nutrientes essenciais às culturas (Ca, Mg, K, P e N) e alta saturação por alumínio (Al).

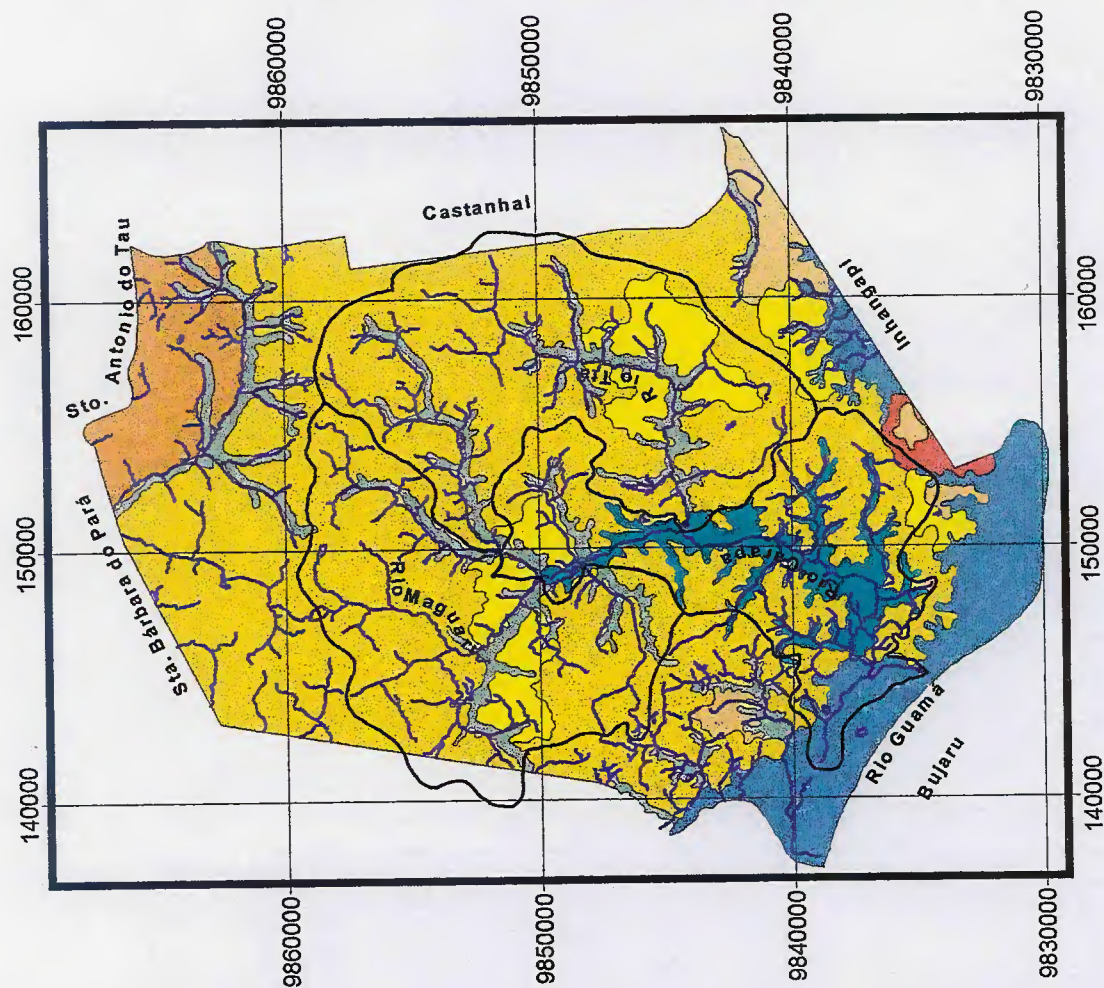
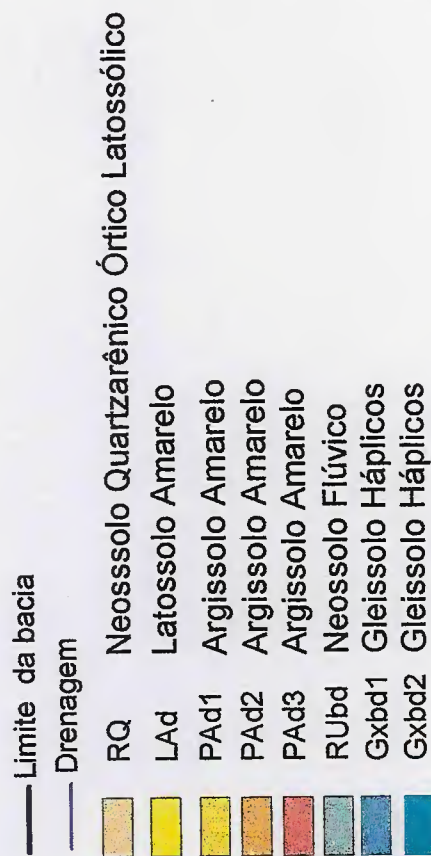


Figura 3 Unidades de mapeamento dos solos do Município de Santo Isabel do Pará, destacando os solos da bacia hidrográfica do rio Carapará



Argissolos Amarelos (PAd₁ e PAd₃)

Solos minerais profundos, bem drenados, pouco estruturados, textura arenosa/média e alta relação textural decorrente da marcante diferença no conteúdo de argila do horizonte A para o B, a ausência de cerosidade demonstra falta de nitidez de movimentação de argila ao longo do perfil. Apresentam semelhanças com o Latossolo amarelo textura média devido algumas características morfológicas comuns ao horizonte B latossólico.

Originários de sedimentos areno-argilosos do Terciário apresentam cores bruno-amarelado escuro e bruno-amarelado no matiz 10YR do horizonte A e bruno-amarelado a amarelo-avermelhado no matiz 10YR e 7,5YR do horizonte B. Possuem teores de argila entre 100g/kg e 180g/kg de solo no horizonte A e 240g/kg e 340g/kg de solo no horizonte Bt; de forte acidez, têm valores de pH em H₂O entre 3,8 e 4,8; baixos teores de soma de bases e baixa capacidade de troca de cátions, entre 1,4cmolc/kg e 3,1cmolc/kg de solo. Apresentam CTC decrescente à medida que o carbono diminui com a profundidade, o que demonstra uma estreita correlação com a baixa saturação por alumínio e lhes confere o caráter distrófico.

Suas unidades de mapeamentos são dominantes na área da bacia hidrográfica do rio Caraparú nos relevos plano a suave ondulado da Floresta Equatorial Subperenifolia Densa. Seu tipo PAd₁ é considerado mais adequado às culturas de ciclo longo adaptadas às condições climáticas locais, e o PAd₃ pode ser adequado ao uso agrícola quando tratado com cuidados especiais, pois sua fertilidade natural, apenas desenvolve troca de fósforo assimilável.

Latossolo Amarelo (LAd)

Solo mineral de horizonte B latossólico, fortemente intemperizado, profundo, bem drenado, poroso e permeável. Apresenta sequência de horizontes A, Bw e C com baixa relação textural e pouca diferenciação entre os horizontes, pode apresentar concreções em todo o perfil, às vezes, em concentrações muito intensas e ferruginosas, do tipo calhaus e matacões que prejudicam a observação da estrutura e consistência.

Seu horizonte A apresenta divisão em A e AB com coloração bruno-acinzentado muito escuro a bruno muito escuro no matiz 10YR. É um solo de estrutura fraca, pequena granular e moderada pequena em bloco subangular; de consistência friável quando úmido, varia de não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso quando molhado.

Seu horizonte B é subdividido em Bw₁, Bw₂ e Bw₃ com coloração bruno-amarelado escuro a bruno-amarelado no matiz 10YR, bruno forte no matiz 7,5YR e amarelo avermelhado no matiz 5YR. Possui teores de argila entre 110g/kg e 270g/kg de solo no horizonte A e 240g/kg a 390g/kg de solo no horizonte Bw. Com fertilidade química baixa é

fortemente ácido, pH entre 3,3 e 5,1; valores de saturação por alumínio altos, entre 69,0% e 87,0%, assim como soma de bases e CTC muito baixas, revelando seu caráter distrófico.

Suas unidades de mapeamento ocorrem em áreas planas a suave onduladas, com presença de concrecionários em pequenas manchas dos declives cu elevações, junto a cursos d'água e sob a vegetação da Floresta Equatorial Subperenifólia. A matéria orgânica decresce com a profundidade em teores que variam entre 4,82g/kg e 0,19g/kg de solo e o fósforo assimilável se apresenta muito baixo, com apenas traços, o que o faz apresentar severas restrições ao uso agrícola, embora possa ser indicado para a formação de pastagens.

Gleissolos Hápticos (GXbd₁, GXbd₂); e Neossolo Flúvico (RUbd)

Os Gleissolos Hápticos (GXbd₁ e GXbd₂) são solos minerais hidromórficos mal drenados, cujas características morfológicas são resultantes, principalmente, da influência do excesso de umidade evidenciada pela presença de cores acinzentadas ou neutras no horizonte Cg, decorrentes da redução do ferro em meio anaeróbico. Com ou sem mosqueados são desenvolvidos de sedimentos siltosos, argilosos do Quaternário e Holoceno, apresentam cores bruno-amarelado escuro no matiz 10YR do horizonte A e cinza-brunado claro no matiz 10YR do horizonte Cg e teores de argila entre 260g/kg e 400g/kg de solo no perfil.

São solos fortemente ácidos, com valores de pH em H₂O que variam entre 4,6 e 5,3 e teores de soma de bases baixos, acompanhando a CTC que apresenta-se entre 13cmolc/kg e 18cmolc/kg de solo. Ocorrem no relevo plano da planície aluvial e estão submetidos ao regime de inundações freqüentes onde predomina a Floresta Equatorial Higrófila de Várzea.

O Neossolo Flúvico (RUbd) é um solo que possui textura média e é excessivamente drenado, desenvolvido de sedimentos siltosos do Terciário apresenta cores bruno amarelado escuro no matiz 10YR do horizonte A e cinza-brunado claro no matiz 10YR do horizonte Cg. Com teores de argila entre 260g/kg a 400g/kg de solo no perfil, varia de extremamente ácido a moderadamente ácido, com valores de pH em H₂O entre 4,6 e 5,2; soma de bases baixa e CTC variando entre 13cmolc/kg e 18cmolc/kg de solo.

As unidades de mapeamento desses solos se localizam nas áreas planas cobertas por Floresta Equatorial Higrófila de várzea e constituem ecossistemas com sérias limitações para a prática agrícola, seu uso somente é possível com culturas adaptadas ao excesso de água.

Neossolo Quartzarênico Órtico Latossólico (RQ)

Possui textura arenosa e classes texturais areia e areia franca, excessivamente drenado, praticamente sem estrutura, com ausência de primários menos resistentes ao intemperismo. É

muito semelhante ao Latossolo Amarelo textura média, mas se desenvolve a partir de sedimentos arenosos do Terciário e apresenta cores bruno muito escuro e bruno escuro no matiz 7,5YR do horizonte A e bruno escuro a bruno forte no matiz 7,5YR do horizonte B; seus teores de argila variam entre 60g/kg e 80g/kg de solo no perfil.

É um solo extremamente ácido a moderadamente ácido, com valores de pH em H₂O entre 4,2 e 5,4; sua soma de bases é baixa e a CTC está entre 0,92cmolc/kg e 3,79cmolc/kg de solo, decrescendo com a diminuição do carbono, o que revela estreita correlação com a saturação por alumínio. Suas unidades de mapeamento ocorrem em áreas planas e suave onduladas da Floresta Equatorial Subperenifolia Aberta, representando um ecossistema, aparentemente frágil, desaconselhado para o uso agrícola.

4.2.2.6 Aspectos do Uso da Terra

O tipo de solo define o potencial de uso da terra, no âmbito da bacia hidrográfica do rio Caraparú e reflete a situação do município de Santa Izabel do Pará onde predomina o cultivo temporário com feijão, mandioca, milho, melancia, abacaxi e outras culturas, mas, também, onde um processo atual revela uma mudança no sistema de produção para cultivos perenes com banana, coco da bahia, cacau, abacate e várias outras culturas.

Esta condição é importante, sobretudo porque os dados de produção agropecuária do município de Santa Izabel do Pará, que mostram a criação de bovinos com 1,5%; a de suínos com 0,4%; e a de outros animais com 1,0% são pouco expressivos, apesar da avicultura contar com 98,0% do total da produção municipal. O cultivo temporário e o perene são fatores básicos para o desenvolvimento local, por isto a necessidade da real capacidade de uso das terras, que pode ser traduzida pelo potencial de aptidão agrícola dos solos.

Aptidão Agrícola das Terras

A Aptidão Agrícola dos solos da bacia hidrográfica do rio Caraparú está expressa no uso de suas terras, considerando a avaliação dos fatores ambientais e a importância de gerar produtos de origem vegetal e/ou animal, para a demanda que começa a se delinear.

O levantamento dos solos, de acordo com Vieira et al. (1965) é muito importante na obtenção de dados concretos para a utilização da terra e de meios para sua correlação com áreas similares em outras regiões, Estes autores aconselham o uso de uma metodologia maleável e adaptável às condições locais, que leve em conta a participação dos fatores responsáveis pela produtividade agrícola das terras, como a caracterização do solo, de acordo

com um processo avaliativo que defina as classes de aptidão agrícola em função do grau de limitações que determinam a possibilidade ou não de remoção ou melhoramento das condições naturais em favor das culturas (Ramalho Filho & Beck, 1995). Perspectiva em que Santos et al. (2000), considerando os diferentes cultivos praticados no município de Santa Izabel do Pará caracterizaram a aptidão agrícola de suas terras como:

Classe I: de Aptidão Boa nos níveis de manejo A e B, definida pelas terras correspondentes a unidade de mapeamento Argissolo Amarelo do tipo PAd₁;

Classe II: de Aptidão Regular nos níveis de manejo A; e Boa nos níveis de manejo B e C, definidas pelas terras da unidade de mapeamento do Argissolo Amarelo do tipo PAd₃;

Classe III: de Aptidão Restrita nos níveis de manejo A e B; e Regular no nível de manejo C, definidas pelas terras compreendidas pela unidade de mapeamento caracterizada como Latossolo Amarelo Lad; e

Classe IV: de Aptidão Inapta no nível de manejo A; Restrita no nível de manejo B; e Regular no nível de manejo C, definida pelas terras que fazem parte das unidades de mapeamento correspondentes aos Gleissolos Háplicos do tipo GXbd₁ e GXbd₂; ao Neossolo Quartzarênico Órtico Latossólico (RQ); e ao Neossolo Flúvico (RUbd).

As descrições dessas classes de aptidão revelam sua importância para o aumento da produtividade, mas as facilidades tecnológicas para o uso e manejo dos solos com redução de custos e melhoria da renda do produtor demanda capacidade do mesmo para suportar as operações mecânicas requeridas pelas ações do seu preparo, que para a bacia hidrográfica do rio Caraparú Santos et al. (2000) definiram como:

Classe Boa: M₁ –Constituída por terras relativas às unidades de mapeamento caracterizadas como Argissolos Amarelos, do tipo PAd₁ e PAd₃;

Classe Regular: M₂ –Constituída por terras representadas pela unidade de mapeamento referente ao Latossolo Amarelo Lad; e

Classe Inapta: M₄ –Constituída de terras cujas unidades de mapeamento correspondem aos Gleissolos Háplicos, tipo GXbd₁ e GXbd₂; e ao Neossolo Flúvico RUbd.

Além da aptidão agrícola e do potencial para a mecanização, outra limitação deve ser levada em consideração para o uso do solo, a Susceptibilidade à Erosão que representa a maior ou menor resistência ao manejo, a estabilidade das terras agricultáveis ou a conservação do solo como recurso natural. De acordo com isto Santos et al. (2000) definiram para o município de Santa Izabel do Pará, duas classes que representam a bacia do rio Caraparú:

Classe Fraca: E1 abrangida pelas terras cujos solos estão incluídos nas unidades de mapeamento PAd1, PAd2; GXbd1, GXbd2; e RUbd; e

Classe Moderada: E2 representada na bacia hidrográfica do rio Caraparú pelas terras correspondentes à unidade de mapeamento LAd.

Ocupação das Terras

A conservação do recurso solo na bacia hidrográfica do rio Caraparú solicita cuidados com os fatores físicos de seu uso, por isto sugere um manejo equilibrado, baseado nas suas características e no grau de discernimento do produtor; isto inclui apoio técnico; consciência ambiental; e uma política que leve em conta os mecanismos institucionais e conjunturais, de acordo com o regime jurídico que define o usuário da terra, se pecuarista, agricultor, grande proprietário, pequeno proprietário, posseiro, etc. .

Do ponto de vista da ocupação da terra, a bacia hidrográfica do rio Caraparú compõe um quadro com pequenos e médios produtores, no qual aparecem estabelecimentos de micros e pequenos produtores com áreas entre, menos de 1ha a menos de 200ha e médios produtores, em áreas, a partir de 200ha até 2 000ha. Acima disso, considerados grandes proprietários.

Esta caracterização é adaptada de Costa (1999), citado por Unama (2001), o qual concluiu que áreas de até 100ha perfazem 93,0% dos estabelecimentos rurais do município de Santa Izabel do Pará, cerca de 41,0% da área total; e que as maiores áreas (com mais de 100ha) representam apenas 4,0% dos estabelecimentos rurais, correspondentes a 87 fazendas que ocupam cerca de 48,0% da área total, o que denota concentração fundiária.

Apesar desta concentração a integração da pequena produção agrícola com a agroindústria local e regional garante a reprodução dos pequenos produtores rurais, uma vez que as pequenas unidades apresentam maior densidade de pessoas ocupadas por área agrícola e funcionam como condição para atrair populações de áreas em desvantagens infraestruturais. Nesse contexto a produção depende das atividades dos agricultores situados na área da bacia hidrográfica, onde a base são os sistemas de arrendamentos e parcerias, apesar da presença massiva de proprietários. O sistema de ocupação atinge 92,0% de proprietários, contra 7,0% de ocupantes, mas se visto como sistema de utilização das terras, os ocupantes passam a 31,0% de produtores voltados ao cultivo temporário.

O Cultivo Temporário é muito comum na área da bacia hidrográfica do rio Caraparú, e o Cultivo Perene se afirma, de tal maneira que os dois juntos representam cerca de 41,5% dos estabelecimentos. O quadro que se apresenta tem o predomínio do cultivo temporário, 26,5% da área ocupada; em seguida vem a vegetação florestal com 20,0%; as terras produtivas não

utilizadas com 17,0%; as terras inaproveitáveis com 16,0%; os cultivos perenes com 15,0%; e as pastagens com 5,5%.

Entre os cultivos temporários destacam-se a mandioca com 240ha de área plantada em 1990 e 150ha em 2000; o milho com 100ha de área plantada em 1990 e 50ha em 2000; o feijão com 18ha de área plantada em 1990 e uma área não informada em 2000; e o abacaxi, sem registros para os dois anos (1990 e 2000). Ver Tabela 1

O abacaxi registra 5ha colhidas para produzir 100t em 2000, e o feijão que não registra área plantada e colhida em 2000, teve 130ha plantadas para colher 104t. em 1994. Neste contexto a performance do milho esteve em 100ha plantadas para produzir 75t., em 1990, superando o momento crítico de 1992 quando 150ha produziram, somente 60t. do produto. Dessas culturas a mais expressiva em termos de expansão e retração de área plantada foi a mandioca que passou de 240ha em 1990, para 270ha em 1992; para 300ha em 1994; 695ha em 1996, sofreu uma redução brusca em 1998, indo para 100ha; e no final do período, no ano 2000, teve apenas 150ha de área plantada.

Outros números mostram que em 1990 foram colhidos os mesmos 240ha e produzidas 2 400t de mandioca; em 1992 foram colhidos 120ha e produzidas 840t; em 1994 foram colhidos 150ha e produzidas 1 200t; em 1996 foram colhidos 420ha e produzidas 3 360t; em 1998 foram colhidos os mesmos 100ha e produzidas 800t e; finalmente, em 2000 foram colhidos 100ha dos 150ha plantados e produzidas as mesmas 800t de raízes.

Estes números mostram que o uso da terra para a agricultura é representado pela maior ou menor produtividade, e de acordo com o melhor ou pior tratamento dado ao solo. A mandioca, por exemplo, teve sua área colhida e produção desvinculadas da área plantada, sua melhor performance foi no ano de 1990 quando alcançou 10t./ha, enquanto a média do período (1990-2000) foi de 8,2t/ha. As demais culturas também foram condicionadas ao tratamento dado ao solo, o milho teve seus 750kg/ha rebaixados para 600kg/ha; e o feijão, no mesmo período, devido ao melhor uso das terras onde foi plantado, passou de 444kg/ha em 1990 para 600kg/ha em 1998, um resultado diferente das outras culturas menos assistidas, embora signifique uma produtividade, ainda muito baixa, para o ano de 2000 não há registro.

A simples observação desses dados revela que as terras destinadas ao cultivo da mandioca e do milho, que apresentaram desempenho inferior a média do Estado do Pará, se diferenciam daquelas usadas para o plantio do feijão, cuja produtividade foi superior a mesma referência, o que sugere que o desempenho da cultura pode estar relacionado a utilização de técnicas agrícolas e de capital como função do maior valor comercial da mesma.

TABELA 1. Área colhida e produção das quatro principais culturas temporárias da bacia hidrográfica do rio Caraparú (1990 a 2000).

ANO	1990		1992		1994		1996		1998		2000	
CULTURA	A. Colh.	Prod.	A. Colh.	Prod.	A. Colh.	Prod.	A. Colh.	Prod.	A. Colh.	Prod.	A. Colh.	Prod.
ABACAXI									003ha	060t	005ha	100t
FEIJÃO	018ha	008t	025ha	011t	130há	104t	055ha	038t	010ha	006t		
MANDIOCA	240ha	2400t	120há	840t	150há	1200t	420ha	3360t	100ha	800t	100ha	800t
MILHO	100ha	75t	100há	60t	20há	12t	40ha	24t	50ha	30t	50ha	30t

Fonte: IBGE-Produção Agrícola Municipal.

O solo está condicionado ao valor comercial das culturas mas outros fatores podem estar associados a esse condicionamento, em geral eles são desgastados pelo método tradicional de corte e queima da vegetação e isso diminui a fertilidade natural, por isso não conseguem responder às culturas mais exigentes sem os cuidados ou manejo, que inclui a reposição de nutrientes, tipo adubação mineral e/ou orgânica.

O fator econômico passa a ser fundamental para o equilíbrio do sistema produtivo e o cultivo perene é invocado pela proposta de desenvolvimento local, que na bacia hidrográfica do rio Caraparú se traduz pelo desejo de maior rentabilidade econômica para a agricultura, por isso o esforço concentrado na perspectiva de outras espécies com chances de mercado representa vantagem para o setor agrícola, uma vez que a adoção de sistemas de produção heterogêneos exerce influência na ativação e reordenamento das bases produtivas, enquanto o uso da terra, o capital e o trabalho representarem os meios necessários para que o planejamento realize a substituição dos cultivos temporários.

As principais variedades de culturas perenes que estão sendo introduzidas na bacia hidrográfica do rio Caraparú são fruteiras como o açaí, a acerola, a banana, o coco-da-bahia, o cacau, a laranja, o limão, a goiaba, a graviola e o mamão, que já alcançam uma área colhida significativamente superior a das culturas temporárias (96,0% em 2000 –Tabela 2).

Históricamente a área colhida de culturas perenes foi de 2 535ha em 1990 contra 358ha das culturas temporárias, e no ano 2000, os 3 749ha de cultivos perenes contribuíram para mais redução na área de cultivos temporários, que passaram a apenas 155ha, não incluindo neste cálculo o dendê, que é a principal cultura perene do município de Santa Isabel do Pará. Destacam-se ainda, neste quadro, o maracujá, que até 1997 ocupava o segundo lugar na produção municipal, perdido em 1998, quando o coco-da-bahia e a banana atingiram 6,0% da área colhida. E o açaí, introduzido em 1997, que alcançou 370ha de área colhida, ou 9,0% do total do município em 2000, ocupando o segundo lugar que era do maracujá e depois do coco-da-bahia e da banana.

TABELA 2. Área colhida e produção das principais culturas perenes, da bacia hidrográfica do rio Caraparú (1990 a 2000).

ANO / CULTURA	1990		1992		1994		1996		1998		2000	
	Á. Colh.	Prod.	Á. Colh.	Prod.	Á. Colh.	Prod.	Á. Colh.	Prod.	Á. Colh.	Prod.	Á. Colh.	Prod.
AÇAÍ											370ha	3700t
BANANA					015ha	030t	093ha	186t	080ha	160t	200ha	4000t
CACAU	161há	48t	140há	42t	145ha	43t	145há	43t	129ha	39t	129ha	39t
COCO	123há	738t	123há	738t	123há	1181t	123há	1131t	175ha	200t	1920ha	30t
DENDÊ	1600há	24024t	2135há	32057t	2450ha	24525t	2450há	24524t	2500ha	25025t	2500ha	25025t
LARANJA			002há	111t	32ha	2832t	32há	4720t	82ha	12095t	50ha	737t
LIMÃO									10ha	2500t		
MARACUJÁ	540há	64735t	555há	36963t	585há	3890t	494há	3290t	036ha	1482t	050ha	200t
MAMÃO	040há	1800t	060há	2700t	068há	2856t	093há	3906t	080ha	3360t	080ha	3360t
P.do Reino	053há	170t	037há	023t	033há	042t			020ha	048t	170ha	452t
URUCUM	016há	022t	018há	022t					008ha	006t	023ha	017t

Fonte: IBGE-Produção Agrícola Municipal.

O dendê que é a cultura de maior expressão na bacia hidrográficas do rio Caraparú, teve sua área colhida aumentada de 4,0% ao ano, passou de 1 600ha em 1990, para 2 500ha em 2000, mas apesar disso sua produtividade decresceu muito no mesmo período, chegou a 0,37%, passando de 15 015kg/ha em 1990, para 10 010kg/ha em 2000. Assim como a segunda cultura mais importante, a pimenta-do-reino, que teve um incremento de 11,0% ao ano, passando de 53ha para 170ha, e a produção de 170t em 1990, para 452t em 2000, registrando uma queda de produtividade, passando de 3 207kg/ha para 2 659kg/ha (17,1%).

O mamão apresentou crescimento médio anual de 6,5% da área colhida, passou de 40ha para 80ha, porém sua produção de 1 800 mil frutos, ao passar para 3 360 mil frutos, significou queda no rendimento, uma vez que caiu de 45 000frutos/ha para 42 000frutos/ha. Ficando a boa performance com o coco da bahia, cujo crescimento de 4,5% na área plantada fez com que esta cultura passasse de 123ha para 200ha, e sua produtividade de 6 000 frutos/ha em 1990 para 9 600frutos/ha em 2000.

O maracujá enfrentou as adversidades de toda a região nordeste paraense e por isso, ao contrário das outras culturas, teve decréscimo da área colhida de -19,5% anual, passando de 540ha em 1990 para 50ha em 2000, com uma redução de produção da ordem de -41,0% ao ano, ou seja, de 64 735t em 1990 passou para 200t em 2000. Essa derrocada é devida, principalmente, a doenças, mercado e a perecibilidade do produto, que aparecem como causas da diminuição de sua área colhida na década de 90. Mas o seu maior problema foi mesmo a dependência dos pequenos produtores ao mercado comprador, que era dominado, na ocasião, por uma única indústria de processamento de frutos para o mercado internacional.

Apesar deste aparente, fraco desempenho de várias culturas perenes a continuidade na implantação deste sistema representa uma estratégia do desenvolvimento local, muito importante para a área da bacia do rio Caraparú, nela a performance da banana com sua marca de 2 000cachos/ha, superior aos 1 400cachos/ha do Estado do Pará; e a da laranja com 127,8 milfrutos/ha, superior aos 98,8milfrutos/ha da média estadual, demonstra um bom resultado do planejamento das unidades rurais no interior das microbacias hidrográficas, apesar do mal desempenho da cultura do dendê, que mesmo contando com a filosofia empresarial, teve rendimento médio de 70,0% da média estadual, seguido do maracujá, com 50,0% e do cacau, com 46,0% em relação a mesma referência.

Nessa perspectiva as terras usadas pelas culturas perenes atingem um expressivo crescimento, de 2 599ha em 1990 passaram a 3 135ha em 2000, com destaque para a cultura do dendê e da pimenta-do-reino que tiveram um crescimento da ordem de 536ha na área plantada. As culturas perenes representam fator de desenvolvimento para a área da bacia hidrográfica corroborado pelo aumento da renda dos produtores instalados, sobretudo daqueles não vinculados a estrutura empresário-industrial do dendê.

Na estrutura agrícola do município de Santa Izabel do Pará outra atividade que se destaca é a horticultura, composta por um sistema de produção baseado no cultivo de agrião, alface, cariru, cebolinha, coentro, chicória, couve, feijão verde, maxixe, pepino, pimenta, quiabo, salsinha e outras culturas de ciclo rápido, que ocupam um mínimo de área (Tabela 3).

TABELA 3. Produção de hortaliças do município de Santa Izabel do Pará – quantidade e valor da produção em 1996.

PRODUTO	QUANTIDADE		VALOR DA PRODUÇÃO	
AGRIÃO	64t	4,1%	R\$ 57330,00	4,0%
ALFACE	253t	16,2%	R\$ 275629,00	19,3%
CARIRU	63t	4,0%	R\$ 45204,80	3,2%
CEBOLINHA	92t	5,9%	R\$ 114861,00	8,1%
COENTRO	366t	23,5%	R\$ 366490,50	25,7%
CHICÓREA	46t	2,9%	R\$ 49102,56	3,4%
COUVE	187t	12,0%	R\$ 172847,00	12,1%
MAXIXE	28t	1,8%	R\$ 13 986,00	1,0%
PEPINO	141t	9,0%	R\$ 53508,00	3,8%
PIMENTA	160t	10,3%	R\$ 82030,00	5,8%
QUIABO	48t	3,1%	R\$ 70114,50	4,9%
SALSA	46t	2,9%	R\$ 49781,00	3,5%
FEIJÃO VERDE	40t	2,6%	R\$ 39671,00	2,8%
OUTRAS	26t	1,7%	R\$ 35912,75	2,5%
TOTAL	1560t	100,0%	R\$ 1426468,11	100.0%

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário (1996).

Na maioria das vezes, é desenvolvido em estabelecimento rural próprio, 95,0% deles menores que 50ha, mas de acordo com o Censo Agropecuário de 1996 consegue, com 30 produtos compor 39,5% do valor da produção agrícola municipal. A pauta de produtos se traduz em 26,0% de coentro; 19,0% de alface; 12,0 % de couve e; 8,0% de cebolinha, que totalizam 65,0% da produção destinada ao mercado local, à Belém e à Castanhal.

Trata-se de um sistema que adota um método simples baseado em tecnologia leve, na maioria das vezes localizada em terrenos próximos à residência para facilitar os cuidados e prevenir possíveis desvios. Composto de canteiros ou terraços adubados organicamente; plantados, capinados, irrigados e colhidos, muitas vezes, por mulheres e crianças. Além do que é uma atividade integradora que reúne o conhecimento popular com a pesquisa científica nos seus resultados, como é a adoção de novas tecnologias propostas por instituições como a Embrapa e/ou a Emater, exemplificadas pelo método da hidroponia.

Outras Atividades como o extrativismo vegetal de pequena escala ocorrem na bacia hidrográfica do rio Caraparú, que integram e complementam a renda do produtor rural das pequenas propriedades. Os produtos mais representativos dessa atividade são: carvão (42,0%); abricó (39,5%); açaí (10,3%); lenha (3,5%); pupunha (3,5%); e cupuaçu (1,4%).

As atividades representadas pelo sistema de cultivos perenes e pela horticultura são incentivadas pela instalação de empresas, sobretudo as agroindustriais do município de Santa Izabel do Pará, que se somam a localização e a facilidade de acesso, apesar das dificuldades representadas pelo fraco grau de associativismo, que já foi forte no município (associações, sindicatos e cooperativas), mas que atualmente neutraliza a tradição de região produtora, já que não consegue mudar o quadro que tem, apenas o óleo de dendê na pauta de exportação.

4.2.3 Caracterização Socioeconômica

A área da bacia hidrográfica do rio Caraparú é caracterizada pelo baixo nível de organização dos produtores, não obstante à participação relativa do setor rural no desenvolvimento do município de Santa Izabel do Pará que nos últimos 30 anos experimentou um crescimento importante em seus setores secundário e terciário. A concentração em atividades agrícolas e a proximidade com os grandes centros consumidores resultaram em relações diretas com os fatores sociais, culturais e econômicos, mas o aquecimento do setor comercial e de serviços, em boa parte, é explicado pela localização positiva à margem da rodovia BR-316, e à presença da rodovia PA-140, que corta o município de Norte a Sul, na

direção do município de Moju. Isto contribui para a logística de transportes, baseada na redução do custo de frete, facilidade de acesso e intercâmbio de produtos e serviços.

4. 2. 3.1 Histórico da Ocupação

A localização positiva da bacia hidrográfica do rio Caraparú é um acaso da história de ocupação das terras que deram origem ao município de Santa Izabel do Pará, decorreu de um processo que remonta ao momento da colonização Bragantina, inegavelmente vinculada à viabilidade de acesso, aos transportes, e à imigração. Foi assim que a ação estatal, desde a implantação da Estrada de Ferro de Bragança, propôs um Programa de Colonização idealizado pelo presidente da Província do Grão Pará, Abel Graça, em 1871.

Esse programa contou com o apoio de Francisco Maria Corrêa de Sá e Benevides, o novo presidente da Província, que a partir de 1875 estimulou a migração de estrangeiros para os núcleos agrícolas da Colônia de Benevides, de onde Santa Izabel do Pará se desmembrou, estimulado por um processo migratório, que só contou com os primeiros brasileiros, no final do século XIX, quando nordestinos fugidos da seca de 1877 começaram a chegar na região.

Os nordestinos introduziram em Santa Izabel do Pará, além de várias culturas alimentares, a cana-de-açúcar que alcançou escala razoável de produção, alimentou os engenhos produtores de rapadura e aguardente, e deu importância econômica ao lugar. Os engenhos chegaram a 50 unidades e a cultura da cana-de-açúcar e da mandioca, somadas a extração madeireira eram as principais atividades econômicas do município, até a chegada de imigrantes japoneses.

Uma descontinuidade no processo colonizador foi imposta, quando cerca de 3 000 pessoas vindas em busca de terra para trabalhar, atendendo ao anúncio da construção da Estrada de Ferro Sobral-Baturité, retornaram ao nordeste, causando um despovoamento que quase inviabilizou a colonização, mas a crise da borracha e o fim da Segunda Guerra Mundial trouxe para a área vários imigrantes japoneses, que muito contribuíram para a consolidação do município de Santa Izabel do Pará. Os novos colonos introduziram novos cultivos e adotaram outras tecnologias que incluíam atividades *hortifrutigranjeiras*, aos poucos, incorporadas ao desenvolvimento local.

Os imigrantes japoneses dinamizaram a agricultura do município com o plantio de arroz irrigado, mamão hawái, melão da amazônia e pimenta-do-reino. Além da avicultura, a dendeicultura e a olericultura como importantes atividades econômicas. Com isso o município passou à categoria de maior produtor de arroz irrigado, melão, melancia e mamão do Estado

do Pará. Mas o desenvolvimento agrícola do município não teve sua origem principal no fator imigração, o que mais pesou foram as políticas públicas dos governos federal e estadual, pautadas na distribuição de terras, nos incentivos fiscais e no crédito para a agricultura e agroindústria, incluindo os investimentos em infraestrutura.

A política de distribuição de terras, ocorrida a partir do final do século XIX, assentou em lotes de 25ha, por toda a região bragantina, colonos nordestinos e estrangeiros que cultivaram intensamente a terra, e com uma pré-disposição à organização fundaram uma sociedade rural pautada nas tradições de vida e trabalho na lavoura de alimentos. Até que, a partir de 1960, com a construção da rodovia BR-010 (Belém-Brasília), mais imigração e capitais de investimentos aportaram em Santa Izabel do Pará que oferecia como atrativo seu potencial de localização privilegiada no cenário regional.

A ocupação e uso das terras, patrocinadas por órgãos como o INCRA, e os incentivos fiscais foram decisivos para o aporte de empresas agropecuárias e agroindustriais. A partir de 1967 grande parte dos lotes dos pequenos produtores se somaram à formação de latifúndios e/ou fazendas, suscitando um redirecionamento da política de incentivos fiscais da SUDAM, que, no ano de 1980, devido às disputas políticas das forças locais disponibilizou recursos do FINAM para os municípios próximos a Belém, o que contribuiu para a atual estrutura social composta por empresários, fazendeiros e pequenos produtores.

A população do município concentrava-se na área rural até a década de 70, mas na década de 80 uma sensível transformação deslocou as pessoas para o centro urbano. E a população municipal que era de 15 848 habitantes, em 1970, com 10 727 habitantes na área rural e 5 121 habitantes na área urbana passou para 24 047 habitantes, em 1980, com 14 224 habitantes na área urbana e 9 823 habitantes na área rural.

População

O número de habitantes de Santa Izabel do Pará, quase dobrou em 2000, passou para 42 963 habitantes, com 32 805 na área urbana e 10 158 na área rural. Em 1980 a população urbana era de 59,0% do total de habitantes e em 2000 76,36%, o que corresponde a um incremento de 17,0% no período. A intensa concentração na área urbana é devida, entre outros fatores, à presença de empresas industriais, comerciais e agroindustriais; aos equipamentos urbanos e à proximidade de Belém e de outros centros, além da posição do município em relação a rodovias importantes como a BR-316 e a PA-140.

A composição da população por faixa etária reflete um predomínio de jovens, 72,13% dos habitantes contavam menos de 30 anos de idade em 1980, sendo que em 1991 esse

número caiu para 70,9%; e em 2000, já era 66,12% os habitantes que contavam menos de 30 anos de idade. E a população com idade entre 15 e 64 anos, considerada produtiva, chegou a 62,13% do total do município, ou seja, 22 708 habitantes em idade produtiva no ano 2000, sendo que se for considerada a População em Idade Ativa (PIA: 10<65 anos), este número pode chegar a 66,77% ou 27 675 habitantes demandando investimentos para gerar trabalho e renda.

Nessa perspectiva o contingente de jovens é considerado pelo vigor da mão-de-obra, mais requisitada para trabalho no meio rural, da mesma forma que a extratificação da população por sexo é fator de importância porque nas relações de produção, o trabalho no campo, tradicionalmente, oferece mais oportunidade ao sexo masculino, que aliás apresenta maior tendência no município. Em 1980 haviam 50,54% de homens para 49,46% de mulheres; em 1991 eram 51,09% de homens contra 48,91% de mulheres; e em 2000, um incremento de, apenas 0,17%, manteve a população masculina na dianteira, com 51,26%, contra 48,75% da população feminina.

Outro fator muito importante é a localização dos habitantes, os da área rural são decisivos para a prática de ocupação e uso da terra para produção de bens de consumo de origem agrícola, desde que seus sistemas de produção concorram para a conservação dos recursos naturais; e os habitantes da área urbana representam fator fundamental na construção dos processos de transformação, administração e consumo de produtos do campo, caracterizando o desenvolvimento local.

Vale ressaltar que a densidade de pessoas ocupadas com o uso da terra corresponde a um índice, no geral, inversamente proporcional ao tamanho da área de produção. A unidade do pequeno produtor, com baixo grau de mecanização e utilização de mão-de-obra familiar, apresenta uma relação mão-de-obra/área de 2,4 pessoas por lote oficial de 25ha, enquanto a unidade do médio produtor (fazenda), de área muito maior, pautada pela lógica empresarial (menor custo e maior lucro), que usa mecanização e mão-de-obra assalariada, apresenta as mesmas 2,4 pessoas para 195ha (cerca de 8 lotes oficiais), ou seja, apenas 0,3 pessoa por lote.

Na área da bacia hidrográfica do rio Caraparú 51% dos estabelecimentos pertencem a um grupo de áreas menores que 20ha de terra, com 45,0% de pessoas ocupadas; 45,0% dos estabelecimentos estão num grupo de áreas entre 20ha e 200ha, com 45,0% das pessoas ocupadas; e só 04,0% dos estabelecimentos pertencem ao grupo de áreas acima de 200ha, onde trabalham 10,0% das pessoas (Unama (2001).

Formas de Ocupação

Dados relacionando área/pessoas ocupadas são importantes para a caracterização da bacia hidrográfica, e fundamentais para o desenvolvimento local. No ano de 1996 estavam ocupadas no setor agropecuário de Santa Izabel do Pará, 3 580 pessoas ou 9,0% da população municipal, o que significa 29,5% da população rural, 18,5% da PEA do município ou 43,5% da PEA rural, 8 241 pessoas. Do total de 3 580 pessoas ocupadas, 1 145,6 ou 32,0% são do sexo feminino e 2 434,4 ou 68,0% são do sexo masculino, mas segundo Unama (2001) cerca de 8,7% dessa população conta menos de 14 anos de idade, revelando que a limitação de recursos para as pequenas unidades rurais repercute na falta de terra, de capital e de força de trabalho, por conseguinte no aumento da participação de menores na produção agrícola.

Nas relações de produção, em geral, não é considerado o trabalho de crianças e de mulheres que atuam nas atividades de horticultura, criação de animais e colheita de frutas nas pequenas propriedades, nessas áreas a produção agrícola predominante é o cultivo temporário com abacaxi, feijão, mandioca e etc., considerada agricultura de subsistência que, no geral, ocupam áreas arrendadas. Na região da bacia do rio Caraparú 86,0% das terras são próprias e 12,0% são terras ocupadas com cultivos temporários (horticultura e produtos de viveiro); além dos arrendamentos com pecuária e horticultura e das parcerias com pecuária e horticultura. A característica principal do regime jurídico é a de propriedades com terras tituladas com estabilidade e acesso do proprietário ao crédito bancário.

4.2.3.2 Infraestrutura e Socioeconomia Local

A titulação da terra representa o maior bem para o produtor rural, ela o credencia ao crédito e à assistência técnica, e de outro lado a forma de organização e os sistemas de produção definem a produtividade dos cultivos e refletem a dinâmica da expansão ou retração da área plantada e colhida na região. A estabilidade ou queda do rendimento da cultura está na razão da ausência desses recursos (técnicos, financeiros, de acesso às tecnologias e manejo do solo, e ao mercado e preços) que caracterizam a política agrícola.

Até há pouco tempo, a agricultura temporária e o extrativismo vegetal eram as principais atividades econômicas da área da bacia hidrográfica do rio Caraparú, mas a instalação de empresas no município de Santa Izabel do Pará e às proximidades abriram espaços à agricultura perene, voltaram-na para o mercado e instituíram um processo de integração dos produtores rurais ao capital industrial, através de contratos formais e/ou informais com as agroindústrias de processamento de frutos, granjas e outras formas

empresariais. Para apoiar esses sistemas de produção recursos da ordem de US\$5 040 536,00, cerca de 0,8% do FNO Rural e PRONAF do Estado do Pará, de 1990 a 1998, foram liberados para financiar 221 projetos agrícolas no município, ou 0,5% dos projetos estaduais.

O FNO Rural financiou granjas, máquinas e equipamentos de correção, adaptação e preparo do solo; exploração pecuária, eletrificação rural, irrigação, etc. (Unama, 2001), apesar disso não impediu que o setor rural sofresse retração, nem mesmo o crescimento do setor industrial, que foi beneficiado pelo preço reduzido da terra, pela localização do município, e pelos incentivos fiscais e créditos foi suficiente para evitar a retração da economia local.

Ocorreu que a crise econômica brasileira da década de 80 impôs redução do valor relativo dos produtos industriais devido a inflação elevada que desvalorizou, sobretudo, os bens alimentícios. Juntada as mudanças macroeconômicas do pós-real, com o acirramento da concorrência e fatores de ordens diversas como a má administração e o esgotamento de matérias-primas, dificultaram a continuidade de vários empreendimentos do setor secundário e com isso interpuseram barreiras para o crescimento do setor agrícola.

Ainda assim, o fraco desempenho do setor secundário aliado ao que restou do setor primário, nas décadas de 80 e 90, promoveu um aquecimento do setor de comércio e serviços, sobretudo por causa do fluxo migratório ocorrido no período 1980 a 2000, que dentre outras coisas, impôs um intenso crescimento demográfico que contribuiu para que o contingente populacional neste período, praticamente, dobrasse de 24 000 para 43 000 habitantes, o que requereu ajustes no setor secundário para atender as novas demandas.

Nesta análise a renda per-capta se reveste de importância por ter apresentado um aumento significativo entre as décadas de 70 e 80, o que contribuiu para a redução da inadimplência da população, embora não garantisse a estabilidade econômica municipal que durou muito pouco, cessando no período 80-90 quando os salários foram rebaixados para menos que a média estadual. Contudo o setor comercial ainda teve fôlego para elevar o município ao status de pólo econômico regional, tendo Vigia, Colares, São Caetano de Odivelas e parte de Benevides e Santa Bárbara do Pará em sua órbita, e com isso gerou 841 empregos na área urbana (Unama, 2001).

A geração de emprego no meio urbano não foi suficiente para o pleno crescimento do setor terciário, até porque o desempenho do setor secundário combinado ao do setor primário não impulsionou e nem acompanhou essa tendência, tudo devido ao fato da economia local apontar para um regime de pouca inserção regional, indicando que a espontaneidade do crescimento econômico deve contar com a perspectiva de melhoria da qualidade de vida da

população, e requisitar o rompimento do círculo vicioso da deteriorização e da pobreza, com mudanças que reduzam o atraso, ofereçam infraestrutura, e políticas públicas voltadas às comunidades. E neste sentido se destacam os setores da educação, da saúde, da habitação, do saneamento básico, da comunicação e da organização político-social.

Sistema Educacional

Este setor é muito importante para reduzir o atraso sócio-econômico local, no vale do rio Caraparú conta com a municipalização desde 1997, mas a rede estadual foi responsável por 25,22% das escolas e por 55,03% das matrículas iniciais, até que a totalidade do sistema de ensino fundamental tivesse sido assumida pelo município em 1999, e mais de 90,0% das matrículas realizadas.

O ensino pré-escolar, alfabetização e fundamental registraram grande crescimento, antes da municipalização devido a integração da rede particular como estratégia que permitiu ao município atingir, em 1996, uma taxa de defasagem, de apenas 2,84%, muito inferior a taxa do Estado do Pará (10,72%). Isto sugeriu um bom desempenho para o município que, no entanto, tem o equilíbrio rompido pelo quadro da área rural, que conta com apenas 41 escolas ou 60 salas-de-aula para atender toda a população do interior, e como reflexo a introdução do sistema chamado classes multiseriadas, a repetência e a evasão escolar são uma constante.

O ensino médio é de responsabilidade do Estado que mantém 4 escolas funcionando, que ofertou no ano 2000, 744 novas vagas (34,38% em relação a 1996), ainda insuficientes para satisfazer a necessidade da população em idade de ensino médio (15 a 19 anos). Por outro lado um ponto positivo é marcado com a presença de uma escola agrícola voltada para o ensino técnico profissionalizante, com ênfase para os projetos do meio rural.

Este quadro ainda sustenta uma taxa de analfabetismo inferior a do Estado do Pará e um nível universitário muito abaixo do estadual. Seus números demonstram que cerca de 11,31% da população, a partir de 15 anos de idade, não possui instrução ou tem menos de um ano de estudos e, que na população adulta, 74,79% tem, no máximo, o primeiro grau completo, numa estrutura de ensino que registra, apenas uma matrícula no ensino médio para 4,7 matrículas do pré-escolar ao fundamental, numa flagrante dificuldade para a alocação de mão-de-obra especializada no mercado de trabalho local.

Sistema de Saúde

O Sistema de Saúde Pública é um bom indicador para o desenvolvimento local e em Santa Izabel do Pará esse serviço é dotado de 11 postos de saúde mantidos pela prefeitura: 4

na área urbana e 7 na área rural; 1 centro de saúde; 1 hospital particular conveniado com o SUS; e 2 ambulâncias para remoção de pacientes. Os postos e centro de saúde atendem clínica médica e enfermagem, e o hospital atende as especialidades médicas de clínica, ginecologia, obstetrícia, pediatria, além de manter um centro cirúrgico para os casos mais complexos, que também são encaminhados para Belém ou Castanhal.

Há carência de profissionais da área médica e de outras, como odontologia, nutrição, assistentência social e psicologia é acentuada. Na área médica a relação aproximada, em 2000, foi de 3 580hab/médico, o que compromete a qualidade do atendimento, uma vez que a média do Estado é 1 300hab/médico e a brasileira 720hab/médico (Unama, 2001).

Tres programas federais apoiam esse sistema, o Programa de Agente Comunitário de Saúde (PACS), uma estratégia do Ministério da Saúde para responder a uma demanda deficitária na atenção primária da saúde, onde pessoas com o nível médio identificam necessidades de atenção (gestantes, crianças, desnutridos, idosos e portadores de deficiência ou doenças); o Programa de Carência Nutricional (PCN), que objetiva reduzir a desnutrição entre as populações carentes, com alimentos alternativos, distribuição de leite, óleo de soja e acompanhamento dos atendidos, até a redução da desnutrição; e o Programa de Saúde Familiar (PSF) do SUS, que objetiva acompanhar o indivíduo na condição socioeconômica (moradia, saneamento básico e etc.), dentro da própria comunidade para encaminhar para ambulatórios, os casos de tratamento especializado.

Os dados dos anos de 1995 e 1998 mostram que a qualidade da saúde pública de Santa Izabel do Pará está comprometida, os coeficientes de mortalidade infantil de 55,3% e 38,0%, respectivos dos dois anos citados estão muito acima do tolerável pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de 20 casos por 1000 nascidos (Unama, 2001).

O Sistema de Saneamento Básico do município de Santa Izabel do Pará carece de muita aplicação de recursos para uma condição satisfatória. O Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE) atinge somente a sede, o distrito de Americano e as localidades de Vila de Caraparú e Vila do Carmo, totalizando 5 982 domicílios ou 25 782 habitantes, 60,0% da população municipal. Os 40,0% da população não atendida localiza-se em áreas rurais e usam para seus abastecimentos, poços semi-artesianos e do tipo amazonas, além de igarapés e córregos. Não há registro de infraestrutura de Esgotos Sanitários, nem coleta regular de lixo.

Sistema de Comunicações

O Sistema de Comunicações conta com 1,57% de telefones residenciais, portanto, 98,43% da população ou 42 288 pessoas dependem de um único posto telefônico disponível

no município e a telefonia celular instalada atende apenas 1,77% da população total, enquanto os correios contam com apenas duas agências para atender toda a comunicação postal. Não existe radiotransmissão de uso geral e a ausência de repetidoras de sinal de televisão incentiva o uso de antenas parabólicas. Por outro lado a segurança pública é realizada pelas polícias civil e militar, na razão de 7,6 policiais para 100 habitantes (Unama, 2001).

A Energia Elétrica é proveniente da Usina Hidrelétrica de Tucuruí e distribuída pela "Rede-Celpa" 24 horas/dia, para 11 939 domicílios. Em 2000 teve crescimento de 7,57% em relação a 1996 atingindo 3 658 novos domicílios, e com isso chega, praticamente, a todos os domicílios da área urbana, embora na área rural, somente a 42,72% dos domicílios.

A Cultura em Santa Isabel do Pará oferece poucas opções, no geral é representada pelas manifestações religiosas, sobretudo as de origem católica como os círios que marcam a vida das várias comunidades, entre eles os círios fluviais que ressaltam a importância do rio Caraparú, com destaque para o Círio da padroeira do município, Santa Isabel de Portugal, comemorado no primeiro domingo do mês de julho.

Organização Político-Social

O Sistema de Organização Político-Social é responsável por viabilizar a vida cultural, social, política e econômica no município, mesmo esbarrando, muitas vezes, no perfil de prefeitos sem noção de administração pública e/ou conhecimentos de técnicas de gestão financeira ou de realização governamental. Em Santa Isabel do Pará é composto por uma estrutura razoável para as demandas políticas de uso dos recursos disponíveis, representada pelas secretarias de Administração e Finanças; de Educação; de Saúde; de Agricultura e Meio Ambiente; de Ação Social e; de Cultura, Desporto e Turismo.

A sociedade organizada conta com 44 organismos: 5 associações de idosos e clube de mães; 34 cooperativas, sindicatos, federações, associações e centros comunitários ligados a geração de trabalho e renda; 5 associações de moradores e; 1 sociedade beneficente. Além de 8 conselhos municipais: de Assistência Social; Direito da Criança; Conselho Tutelar; de Desenvolvimento Rural; Saúde; Educação; Merenda Escolar e; do Idoso (Unama, 2001).

A organização social e administrativa do município de Santa Isabel do Pará é instituída pelo potencial do setor agrícola e se traduz pela estratégia de manejo dos solos, orientada para a produtividade e para as necessidades da cadeia agroindustrial vinculada às cadeias produtivas de âmbito estadual e/ou regional, na perspectiva do desenvolvimento local, que valoriza o uso do solo por microbacias hidrográficas ou por unidades geoambientais.

4.3 GESTÃO DO RECURSO SOLO

A organização social e político-administrativa municipal deve levar em conta os espaços homogêneos (microbacias ou unidades geoambientais) que nem sempre guardam um bom equilíbrio ambiental. Essa harmonia com a natureza é quebrada pela ação do homem, desde que ele aprendeu a armazenar a energia metabolizável, a interferir nos fluxos de energia não metabólicas, a domesticar animais e a minerar (Simon, 1993), atualmente essa quebra é vinculada às políticas internacional e nacional que influenciam a exploração nos níveis regional e local. Isto sugere que na bacia hidrográfica do rio Carapará a socioeconomia decorre da conjuntura mundial, brasileira, estadual e do município de Santa Izabel do Pará.

De acordo com Simon (1993) os quatro mil anos de agricultura da América não desequilibraram tanto o meio ambiente quanto os 150 anos de revolução industrial e de consolidação do modelo capitalista de desenvolvimento. A sócio-interação capitalista apresenta, de um lado, ganhos e prejuízos que a sociedade já alcançou e de outro lado, suscita ganhos e prejuízos com os quais essa mesma sociedade pode vir a deparar-se. Impõe uma dependência à base de produção e estimula maneiras de pensar, sentir e perceber a realidade, de acordo com um novo modelo.

Esse modelo levou a agricultura à articulação com os grandes proprietários de terras, que auxiliados pela mão invisível do livre mercado e pela subordinação à máxima produção e lucro conduziram para a concentração de riquezas em detrimento dos pequenos proprietários. Corroborou um padrão de acumulação, que no Brasil foi gestado, desde os anos 50 quando se impôs uma intensa mecanização e uso de insumos modernos, sobretudo após a crise de 1960.

A sugestão da CEPAL para a América Latina, de que a mesma deve depender menos do petróleo; desenvolver tecnologias que ocupem mais mão-de-obra; administrar os recursos naturais, instituir formas de condução mais descentralizadas e; com o apoio das comunidades locais, deter o consumismo e a expansão das cidades é apontada por Simon (1993) como condição básica para o desenvolvimento sustentado ou para a otimização dos recursos naturais.

Uma intensificação da produção com alívio da pressão demográfica sobre a natureza compõe uma estratégia importante para a ampliação do espaço econômico que inclui a ocupação de áreas insuficientemente exploradas, a superposição de funções e a valorização dos produtos agropecuários. E com isso reduz a pressão sobre a fronteira agrícola, voltando a atenção para a recuperação de áreas que, a curto e médio prazo, absorvem maior contingente de mão-de-obra, nas operações de produção. Embora isto, muitas vezes, contrarie a lógica do

capital (menor custo e maior lucro) exige a filosofia da conservação dos recursos naturais, pela qual o uso do solo deve estar de acordo com os aspectos ambiental, social e econômico, portanto, a divisão da bacia hidrográfica em microbacias (Fig. 2) é um suporte físico para as atividades agroeconômicas necessárias às ações de produção de novos espaços.

A microbacia corresponde à superfície ocupada pelos solos, e nela os outros recursos como a água, a vegetação, os animais, o ar, a topografia e etc contribuem para o entendimento do espaço da produção e reprodução socio-econômica. Espaços podem ser produzidos pela superposição de atividades, de tal forma que cada uma delas ofereça benefícios ao conjunto e, conseqüentemente, amplie as funções da microbacia, que interagindo com outras microbacias pode compor uma unidade geoambiental, desde que a sub-bacia correspondente reúna um conjunto de características homogeneizáveis.

4.3.1 Gestão e Uso do Solo

A reprodução do espaço da microbacia é correspondente à racionalidade com que sua homogeneização é definida para dar origem a uma unidade geoambiental. Nesta concepção de espaço as funções e intervenções possíveis de serem atribuídas às sub-bacias contribuem para a manutenção do produtor em sua terra, desde que facilita a valorização imobiliária, a assistência técnica, o crédito e as condições infraestruturais, em suma, viabiliza uma boa qualidade de vida às comunidades.

A boa qualidade de vida das populações suscita o conceito de gestão como fator fundamental para a conservação dos recursos naturais, em particular do solo; para protegê-lo da rápida destruição e ao mesmo tempo fazer crescer sua produtividade com fixação de uma mão-de-obra de manutenção e da consciência preventiva, que o valoriza como negócio.

Gestão, neste caso, significa um processo aglutinador das qualidades e quantidades que permeiam o equilíbrio do recurso, por isto a visão do gestor deve ser ampla e real como a visão de quem se sabe responsável pelo desenvolvimento e manutenção do negócio. É um subsídio que corresponde à organização ou reorganização produtiva da unidade geoambiental, é um fator de inserção regional impulsionado pela socioeconomia local.

Como organização visa otimizar a condução dos problemas surgentes para as melhores soluções por meio de procedimentos éticos, políticos, técnicos, e operacionais que adequam o uso do recurso (solo) ao momento “certo” do processo produtivo, operando sequencialmente e enfrentando os problemas a medida que eles aparecem, a cada passo, a cada acréscimo, a cada

função. Assim ordena e desenvolve novas respostas para lidar com a unidade geoambiental, de modo que a consciência para geri-la requeira metas e meios que superem o modelo anterior, e as impossibilidades atribuídas à insuficiência de recursos, sejam revisadas para superar a aplicação inadequada ou mal canalizada dos mesmos.

Embora mecanismos espontâneos possam, em parte, dar conta da realidade, a gestão exige uma administração bem orientada que proporcione melhores resultados, pois estratégias como a do “desenvolvimento desequilibrado” podem apontar sequencias, aparentemente, contrárias, e considerar correto investir, primeiro numa atividade diretamente produtiva, ao invés de na infraestrutura que ela possa necessitar se o investimento pode se tornar social e politicamente compulsório (Carvalho, 1976). Nesse caso o exigido é a reorganização da produção e não a organização; e a gestão se torna a modernização do conjunto existente.

Como modernização a gestão atuando no contexto da microbacia submete o meio físico à utilização dos fatores bióticos e abióticos pela interferência antrópica. Faz a água, o solo, a vegetação e os recursos humanos convergirem para os fatores econômicos, de acordo com as formas de exploração aprovadas pelo planejamento. No caso do solo recomenda muito cuidado, pois, de acordo com Primavesi (1990) é um recurso não renovável se considerada a velocidade com que é utilizado, desproporcional à velocidade com que é recuperado. A inexistência ou lentidão da recuperação resulta na erosão e provoca perda da fertilidade, de corpos d'água, e a deterioração da vegetação e da fauna (Hidalgo, 1995)

A conservação do solo exige estratégias que envolve a composição de mosaicos contendo unidades de mapeamento por microbacias ou por unidades geoambientais, dessa forma a gestão passa a corroborar o planejamento. E neste sentido foram idealizadas para a bacia hidrográfica do rio Carapará, várias microbacias hidrográficas que resultaram em outras sub-bacias homogêneas em unidades do planejamento, de modo a se conseguir a máxima harmonia do ambiente com a melhor rentabilidade dos empreendimentos.

Como harmonia ambiental entende-se o sistema de manejo em acordo com o uso racional do solo, da água e da vegetação, com garantia da máxima eficiência com um mínimo de esforço e desperdício. Simplificar as operações técnicas e inovar as tecnologias para atender as demandas das propriedades rurais, com o pleno aproveitamento do quantitativo e qualitativo das terras. Buscar conservar as características zonais da física, química, biologia e das respostas edafológicas do solo, evitando o excesso de manuseio no preparo do mesmo, deixando o máximo de resíduos na superfície para proteger os agregados das gotas de chuva,

considerando que resíduos reincorporados tendem à decomposição rápida, e a contribuir para a liberação de nutrientes, e para a presença de matéria orgânica.

Para a melhor rentabilidade dos empreendimentos se deve evitar a eliminação dos resíduos através da queima ou incorporação total por arações e gradagens. O preparo e técnicas de cultivo devem conter modalidades de plantios como a sucessão, a rotação e o consórcio de culturas, que de acordo com os princípios de Primavesi (1982), citados por Ternes dos Anjos & Tassinari (1996) compreendem:

- o efeito sobre a bioestrutura do solo;
- as exigências em nutrientes;
- o efeito das excreções radiculares;
- o esgotamento do solo em água;
- as pestes e pragas "criadas" pela cultura;
- o valor econômico das culturas consideradas.

Ternes dos Anjos & Tassinari (1996) recomendam estes princípios às pequenas propriedades, que devem utilizá-los em sistemas de consórcios para melhor aproveitamento das áreas e maior resultado econômico, fazendo rotação da cultura consorciada que apresente maior risco de doenças. Visam com isto melhorar o rendimento das culturas através de um conjunto de operações funcionais ou da capacidade gerencial como redutor de dispêndio e riscos nas unidades produtivas, avaliadas em função das inovações e transformações em seus ambientes. A seleção de opções tecnológicas são relacionadas aos atributos agroecológicos, às demandas de investimentos e às necessidades de adotá-las. Para Laurenti (1993), ao ambiente da produção, sugerindo que a diversidade de atividades seja agrupada:

- Quanto ao ciclo produtivo:*
- lavouras temporárias;
 - lavouras permanentes;
 - animais de grande porte;
 - animais de pequeno porte.

- Quanto à finalidade econômica:*
- alimentares;
 - fibrosas;
 - olerícolas;
 - condimentares;
 - florestais;
 - frutícolas etc.

- Quanto à forma de cultivo:*
- especializada (uma só atividade);
 - diversificada (várias atividades exploradas simultaneamente ou não).

Em qualquer dos casos a gestão é peça fundamental do desenvolvimento local, por isso a bacia hidrográfica, de acordo com Prochnow (1990), citando Lazio (1986), significa a possibilidade de estruturar um conjunto de procedimentos para assegurar um uso ambientalmente correto dos recursos naturais:

- promovendo o desenvolvimento sustentável da bacia; e
- melhorando a qualidade de vida das pessoas.

O desenvolvimento local conta com o processo produtivo e por isso depende do uso “adequado” dos recursos naturais e da inversão de capital, de acordo com o planejamento e em tres grupos:

- grupo de investimentos sociais (educação, capacitação e pesquisa) que visa aumentar a produtividade com o uso mais racional dos recursos que o agricultor dispõe, melhorando a organização da produção, o manejo dos solos e dos cultivos, sem implicar, necessariamente, em maiores custos;*
- grupo de investimentos em bens de capital (modernização tecnológica) que significa ajustar tecnologicamente as propriedades agrícolas, racionalizando as implantações de equipamentos, construções, obras de irrigação, drenagem, preparo do solo e etc.;*
- grupo de investimentos em insumos (necessidades de correções) que refere-se ao planejamento das atividades da produção como a correção e adubação, tratos culturais e a defesa fito-sanitária, para que os corretivos, os fertilizantes, os pesticidas, as sementes melhoradas e etc. sejam ofertados, logo que detectada a necessidade.*

Esses grupos de investimentos são próprios do planejamento das unidades de produção, mas quando exercidos com base na bacia hidrográfica são considerados estratégias da ação de gestão, conhecida como Gestão por Bacia Hidrográfica (GHB) e considerada instrumento de aplicação dinâmica, ajustável ao longo de sua implementação às situações não previstas na fase inicial do planejamento, configurando projeções de cenários futuros.

Tais projeções são apostas em um modelo que é calibrado de acordo com os diversos níveis de participação ou de concepção de ambiente, a gestão integrada e efetiva os esforços de desenvolvimento econômico e social, de forma coerente com as características geoambientais de cada bacia. O grau de complexidade das situações a gerenciar nessas bacias é definido nas ações de um projeto logístico relacionado a duas escalas de abrangência:

- aquela destinada a tratar da complexidade das inter-relações entre o todo e suas partes e;*
- aquela que trata, especificamente, das partes, considerando as restrições, limitações e demandas impostas pelo todo.*

Neste ponto é possível perceber o quanto a escala é importante para a definição da bacia hidrográfica e de seus espaços estratégicos. De acordo com os objetivos previstos pela intervenção os fenômenos são representados em dois níveis, no macro ou na instância do planejamento, através de fatores básicos que contribuem para o entendimento do ambiente regional; e no micro ou na instância da gestão, em cuja fatores específicos como o manejo caracterizam o ambiente local, da bacia ou sub-bacia. Ambas instâncias que formam a estrutura homogeneizada da paisagem, mas que de acordo com a escala pode ser

particularizada ou generalizada, em unidade ou geossistemas, dependendo das questões problemas, desmatamento, degradação e outros decorrentes do uso e/ou da ocupação da terra.

Adami (1995) considerando a escala associou o controle da degradação ambiental a uma unidade básica regional e, citando Bertrand (1972), reconhece que o ecossistema pode ser representado por uma parcela de abrangência medida em km^2 e centenas de km^2 , mas adverte que a delimitação do geossistema não deve ser considerada como definitiva, o fluxo de energia e matéria na paisagem é constante, por isso a razão de escala faz a homogeneidade relativa e não absoluta, à medida que aumenta a escala diminui a homogeneidade e à medida que a escala se reduz, a homogeneidade aumenta (Rodríguez. 1984, citado por Adami, 1995).

O significado mais importante disto está nos muitos aspectos da paisagem definidos por fragmentos homogêneos ou manchas (de solo, vegetação, etc.), que diferem das áreas vizinhas de acordo com a importância assumida no contexto. Dáí Bolos y Capdevilla (1985), citados por Adami (1995), definirem a paisagem como parte da superfície terrestre em forma de mosaico de fragmentos, mais ou menos regulares, fisionomicamente diferenciados uns dos outros por suas particularidades quanto ao relevo, solo, clima, vegetação, etc.

Os espaços representados pelas unidades inscritas na paisagem compõem os contextos característicos e incorporam as espécies que uniformizam o ambiente do planejamento. De acordo com a escala a unidade geoambiental pode aparecer como um setor regional voltado ao planejamento do desenvolvimento local; a microbacia hidrográfica pode conter os limites potenciais dos recursos naturais demarcados por um arranjo cartográfico; e a classificação de terras pode definir o uso agrícola por potenciais que se revelam maior quanto maior for a porcentagem dos solos que correspondam a classe das melhores terras. A escala é o fator de homogeneidade, portanto depreende-se que a política de produção e conservação do solo deve orientar a organização espacial das atividades de acordo com a escala de sua representação.

4.3.1.1 Planejamento

O fator de homogeneização contribui para estabelecer etapas na organização do espaço da produção, serve para controlar e expor virtudes e defeitos, vantagens e desvantagens dos sistemas; revela o nexo de desigualdade e o avanço histórico da produção ou do crescimento mais rápido ou mais lento das forças produtivas. Esse fator é representado, às vezes, por um zoneamento que, no Brasil, quase sempre é confundido com o planejamento, na verdade um processo histórico que sustentou inovações e estabeleceu diferenças para alterar a estrutura fundiária e estabelecer formas de uso da terra, nem sempre com mais qualidade.

É mister que o planejamento baseie-se na premissa de que, sempre que uma entidade (família, empresa, comunidade, etc.) ou um espaço do mundo vivido, não responde mais às necessidades de seus integrantes, ou precise se compatibilizar com novas demandas, constitui-se um momento de crise que exige um tipo de intervenção ou resposta. Uma antecipação à resolução de problemas, que nem sempre acontece. No Brasil esse tipo de intervenção foi muitas vezes, confundido com uma idéia “mágica” ou com procedimentos lógicos em prol do desenvolvimento econômico, cujos objetivos e metas “milagrosos” buscavam, mais rapidamente, impulsionar as forças produtivas do campo para as relações capitalistas de produção na agricultura.

Esse tipo de planejamento juntou-se a bacia hidrográfica e na sua fase “tradicional” propôs que as ações fossem voltadas a um trecho ou secção de um rio escolhido para captação de água, aproveitamento hidroelétrico, ou para proteção contra enchentes, que Simon (1993) diz ter sido inaugurado com a criação do Departamento Nacional de águas e Energia Elétrica (DNAEE), pela Lei Nº 4 904 de dezembro de 1965, embora já houvessem esforços para esse tipo de planejamento no Brasil, desde o final da Segunda Guerra Mundial, influenciado pela United States Agency for International Development (USAID), cujos recursos financeiros foram aplicados na tentativa de adaptar o modelo do Tennessee Valley Authority (TVA), a programas brasileiros (Yassuda, 1989) citado por Simon (1993).

Interesses mútuos do Brasil e Uruguai geraram um plano de desenvolvimento sócio-econômico da Lagoa Mirim-RS, cujo projeto de desenvolvimento para uma área de 62 250km², baseava-se na economia agrícola, principalmente do arroz, visando:

- proteção contra inundação;
- impedimento contra a salinização das águas da Lagoa Mirim;
- aproveitamento de terras;
- abastecimento de água e;
- irrigação de, aproximadamente, um milhão de hectares de terras.

A experiência iminentemente brasileira, entretanto, foi o Plano de Desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco e a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) em 1974 para desenvolver a socioeconomia do vale, aproveitando para fins agrícolas e agroindustriais, os recursos água e solo disponíveis, além de atrair investimentos para a região.

Esses exemplos demonstram o uso econômico dos recursos naturais de acordo com um padrão ultrapassado de administração. Na visão moderna o conceito de gestão é incluído e os conhecimentos integram os processos vitais dos ecossistemas, que são tão fundamentais para o manejo dos recursos quanto a participação comunitária. A bacia hidrográfica avança sobre

os limites impostos pela teoria ou pelas generalidades, pressupõe a integração dos elementos físico-ambientais, sócio-econômicos e culturais para a definição política da produção, de acordo com a racionalidade das atividades e intenções de prever o futuro.

Na bacia hidrográfica a perspectiva de planejamento deve envolver as microbacias hidrográficas como células do desenvolvimento local, dessa forma o planejamento corresponde ao futuro mediato ou previsto através do raciocínio, e não a um futuro, apenas imediato, obtido pela prática do existir, predominantemente sensorial. E o futuro mediato corresponde a faculdade de planejar integrando conhecimentos e realidades na decisão de reunir ações, estabelecer visão crítica e práticas que possibilitem a revisão de sistemas estabelecidos.

O futuro mediato exige coerência geográfica, sociológica, agrônômica, econômica, administrativa, e outras que possam contribuir para o processo regulador das transformações exigidas pelo ato de produzir bens na unidade espacial. Nesta concepção as microbacias hidrográficas são a base e o objeto da reavaliação metodológica, são passivas de decisão, revisão e reversão do sistema produtivo, com reajustes tecnológicos nos níveis básicos do espaço manejado.

Isto é possível porque a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema aberto composto de elementos e relações possíveis de representação cartográfica: rios, relevo, solo; rodovias, construções, população, e tudo que possa ser codificado e/ou compreendido na unidade do planejamento. Neste sentido a microbacia é internacionalmente justificada, não só por se constituir em unidade física bem caracterizada, do ponto de vista da integração e da funcionalidade dos seus elementos, mas porque não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia, na qual se pode ajustar o uso da terra aos preceitos da sustentabilidade ou da relação solo-planta-homem (Prochnow, 1990).

Esta compreensão representa um pressuposto metodológico importante para que a microbacia seja pré-requisito necessário para que o produtor rural se veja como gerente dos recursos naturais de sua propriedade; para que ele exercite sua visão administrativa atento às recomendações da conservação dos recursos, à exploração racional e objetiva dos mesmos, e aos negócios que eles podem representar. É pré-requisito para a condição de produtor-gerente, possibilita entender como o cultivo da terra pode interferir de forma segura na ordem natural, sem quebrar a dinâmica do geossistema, ou como priorizar a seleção de plantas para a unidade produtiva visando a lucratividade e, ao mesmo tempo, adaptando-as a uma condição de equilíbrio ótimo, que sintoniza o ambiente com a produtividade.

As espécies adaptadas às condições climáticas tendem a reproduzir as características dos ecossistemas correspondentes a vegetação anterior e o solo é a componente fundamental de um processo que tem como objetivo principal a produção agrícola. Por outro lado, o solo é também um recurso depreciável como fator econômico, carente de gerência e de inserção ao agronegócio. O gerente rural possui um modo de ver o uso desse recurso como fator de produção econômica, seja no momento de constituir a propriedade agrária enquanto extensão de terras; seja como suporte e supridor de energia para as culturas; ou ainda, como unidade básica das relações econômicas e/ou comerciais do meio agrícola. O solo se apresenta como área de terras agricultáveis ou não, ou como fator de produção e produtividade, definindo no valor e crédito seu potencial de negócio.

Este enfoque está para a sustentabilidade das terras, assim como a atividade agrícola está para a sobrevivência do produtor rural, a maior produtividade, o menor custo de produção e a preservação do recurso solo são fundamentais para a continuidade do processo produtivo, mas as ações de manejo do solo constitui risco para o conjunto solo-clima-vegetação. O solo é parte de um ecossistema equilibrado nesses tripé, equilíbrio que requisita redução nos possíveis impactos decorrentes do manuseio, que pode transformar-se em efeito degradador.

Certas operações modificam a cobertura vegetal, alteram as propriedades do solo e podem causar escoamento superficial com exposição à erosão; podem reduzir a produtividade e assorear os cursos d'água. Os produtos tóxicos podem ser carregados pelas enxurradas, juntamente com as partículas de solo; a infiltração da água pode ser alterada; e a compactação pode destruir a estrutura do solo. O solo é um recurso exaurível se não forem respeitados seus limites, sua profundidade, por exemplo, raramente se recupera se tiver a espessura reduzida a zero, por isso seu preparo enquanto operação liminar para a produção agrícola é motivo de preocupação, ou representa uma ação de risco à erosão, segundo Veiga & Amado (1996), que consideram para sua manipulação, tres estágios importantes:

-o primeiro: preparo primário -corresponde as operações mais profundas e grosseiras que visam, principalmente, a eliminar e enterrar as ervas invasoras estabelecidas, enterrar os restos de culturas e, também, friabilizar o solo. Exemplo: aração, escarificação e etc.;

-o segundo: preparo secundário -corresponde as operações superficiais subseqüentes ao preparo primário, como nivelamento do terreno, destorroamento, incorporação de herbicidas e adubos, eliminação de ervas invasoras no início de seu desenvolvimento, são orientadas, produzindo um ambiente favorável ao desenvolvimento inicial da cultura implanta da. Exemplo: gradeação, operações com enxada rotativa e etc.; enxada rotativa e etc.;

-o terceiro: cultivo do solo após o plantio -compreende as manipulações do solo após a cultura ser implantada, visando entre outras coisas, a eliminar as ervas invasoras. Exemplo: capina mecânica e etc.

Veiga & Amado (1996), ainda dão conta em Castro (1985), dos principais propósitos do preparo do solo:

- eliminar plantas indesejáveis, diminuindo a competição com a cultura implantada;
- obter condições favoráveis para colocação de sementes ou partes de plantas no solo, permitindo boa germinação e emergência, além de bom desenvolvimento;
- garantir a manutenção da fertilidade, melhorando, se possível, a produtividade ao longo do tempo, preservando a matéria orgânica no solo, evitando a ocorrência de erosão;
- em certas condições, outros objetivos podem ser previstos no preparo do solo como:
 - .eliminar camadas compactadas para aumentar a infiltração de água no solo,
 - .incorporar e misturar ao solo calcário, fertilizantes ou produtos agroquímicos,
 - .enterrar resíduos culturais,
 - .nivelar o terreno para conseguir boa performance das máquinas e equipamentos, desde o plantio até a colheita e,
 - .quebrar crostas superficiais para permitir a germinação das sementes.

Na ocasião do preparo do solo é recomendado que se mantenha uma boa umidade para que as forças de atração das partículas, coesão quando da ausência de água e adesão, na presença dela, apresentem menor influência entre as mesmas, o equilíbrio entre as partículas resulta do somatório dessas forças, e o ótimo de umidade é quando a resultante das forças estará próximo a zero. Um solo muito úmido no momento do preparo resulta em maior consumo de energia e danos físicos para sua estrutura (compactação), mas um solo muito seco, também conduz a um maior consumo de energia e à formação de torrões, embora não cause prejuízos significativos à estrutura. O preparo em contornos, ou transversalmente ao sentido do declive proporciona uma redução de até 50,0% de perdas, e o menor número de operações deve ser associado a maior quantidade de resíduos deixados na superfície.

Para Veiga & Amado (1996) o preparo primário resulta, geralmente, num incremento temporário do espaço poroso da camada preparada, sobretudo, aumenta a macroporosidade. Como a qualidade do agregado é função da porosidade e da distribuição dos poros, isto significa que esse condicionamento determina fertilidade física do solo, e que a infiltração de água é uma das melhores medidas de qualidade e estabilidade dos agregados.

A capacidade de infiltração de água no solo é menor quando ele é mais intensamente preparado, devido a formação da camada compactada e condições que favorecem a presença de selo e crosta superficial. O preparo do solo influencia nas suas condições ambientais, altera seu regime de umidade e temperatura e a disponibilidade de água na zona radicular, solo coberto permite aumento de infiltração, redução do escoamento, decréscimo da evaporação e alteração na curva característica de retenção de água.

Sistemas de preparo que possibilitem a manutenção da cobertura, tais como plantio direto e preparo reduzido, apresentam maior quantidade de água disponível às culturas do que sistemas que resultam em solo descoberto, como o preparo convencional. A agricultura com

base em microbacias hidrográficas permite controlar as condições vigentes na unidade de trabalho, preservando o solo e a água, de acordo com suas aptidões, compatibilizando o planejamento com a vocação das terras, considerando a classe de solo, a aptidão para o uso e os fatores físicos (profundidade, declividade, suscetibilidade à erosão, pedregosidade, fertilidade e drenagem), químicos e biológicos determinantes.

Esses fatores são essenciais, mas independente da classe da terra, apta ou inápta, o solo apresenta-se como fator político-econômico local ou regional muito importante, desde que sua disponibilidade é função de limitações relativas a fertilidade natural, ao emprego de técnicas para melhora do rendimento, a perda de conteúdo físico, e/ou a probabilidade jurídica de seu uso. Em qualquer desses condicionamento a figura do produtor gerente é requisitada para entendê-lo como elemento físico central, condicionado e condicionador da atividade rural, fortemente influenciador da economia local.

Condicionado pelo caráter físico-ambiental morfogenético e morfodinâmico que o limitam dentro das diferentes bacias hidrográficas, que o tornam dependente das exigências das espécies e/ou do projeto voltado à elas, e condicionador porque, além de representar a categoria básicas necessária à implantação de culturas, em conformidade com suas unidades taxonômicas, garante renda e emprego no campo, e facilita a interação com o setor industrial de transformação de matérias-primas e de produção de insumos. O solo ainda contribui com o setor comercial de produtos gerados pela agricultura, ampliando possibilidades ao produtor.

Com esta visão o produtor-gerente minimiza os custos de produção e de transporte no ambiente agrícola, controla os fatores de comercialização e redefine os objetivos das atividades primárias. Para isto uma filosofia de superavit máximo para a produção permeia a organização do trabalho com emprego de tecnologias adequadas à escala da unidade de planejamento, seja ela micro, média ou macro, estará associada às políticas e programas local, regional ou nacional.

Na escala macro os levantamentos de dados e informações compõem o quadro regional dos planos e projetos de utilização dos recursos naturais, de maneira geral; na escala das bacias hidrográficas e das unidades geoambientais o planejamento e avaliação orientam a gestão dos recursos naturais, principalmente o solo, para o crescimento econômico; e na escala da microbacia os recursos naturais e humanos são manejados pelos produtores rurais, de acordo com o projeto da unidade rural, visando a redução de custos de produção e a promoção de negócios mais lucrativos. Em qualquer dessas escalas contingências institucionais envolvem as atividades do meio rural através de organizações governamentais e entidades

privadas que definem diretrizes e metas gerais para a produção e exigem a elaboração de projetos com objetivos de forte indexação econômica.

O desenvolvimento local, entretanto, é pautada na conservação dos recursos naturais, agregar objetivos não previstos nos planos institucionais, e envolve questões ambientais, sociais e econômicas, num plano de unidades geoambientais, considerando:

- as informações sobre a existência de projetos de desenvolvimento de nível local-regional;
- a descrição técnica desses projetos;
- a elaboração de um mapa do planejamento, baseado nas interdependências estruturais e nas atividades potenciais preditivas de soluções técnicas;
- a definição dos objetivos gerais e específicos, da escala e prioridades do plano e;
- a elaboração de um cronograma de investimentos, por setores da agricultura.

As metas institucionais referem-se à capacidade de gerar projetos para habilitação de pessoal com qualidade empreendedora e facilidade para absorver tecnologias, intervêm na organização do trabalho e no compartilhamento de interesses e experiências que envolvam instituições voltadas ao planejamento oficial. Mas os fruticultores e horticultores das sub-bacias hidrográficas do rio Carapaná demonstram que o desenvolvimento baseado no plano oficial nem sempre se irradia para o nível das propriedades rurais, embora elas sejam um importante subsídio às atividades de gestão por microbacias hidrográficas e possam fornecer vários indicadores inferidos de suas atividades e dos meios utilizados para executá-las.

O planejamento pautado no desenvolvimento local pode resultar dos objetivos das intervenções sobre as sub-bacias hidrográficas, indicadores importantes como os insumos oferecidos pelos representantes locais (venda de produtos, conjunto de rendas, direito de propriedade, insumos, residuais, e informações de importações) compõem as informações que associam a produtividade à relação capital/produto e a capacidade de produção anual à capacidade instalada (salário e a renda nas propriedades, coeficiente de capital, produção por unidade e por mão-de-obra, etc). As variáveis mais significativas para o planejamento por microbacias hidrográficas ou unidades geoambientais corroboram alternativas como:

- definição de estratégia global de desenvolvimento, comportando diretrizes políticas sobre as componentes da economia, passíveis de controle direto por parte do gestor, tais como salários, preços, comercialização, política fiscal, etc.;
- definição de um orçamento anual ou plurianual de investimentos do setor público, com estabelecimento de metas de produção dos setores mais dependentes de investimentos;
- definição de propriedades na execução do plano, acrescida de indicações visando a incentivar os produtores, principalmente nos setores considerados estratégicos para o desenvolvimento regional;
- definição de programas de investimentos, e conjunto de medidas de ações diretas e indiretas, que tornem provável ou garantam a adesão das comunidades, introduzindo, de forma explícita, a dimensão territorial e o solo no contexto do desenvolvimento local.

Por este planejamento as comunidades devem estar, continuamente informadas sobre as oportunidades de mercado, ameaças que possam criar barreiras ao desenvolvimento e, tendências externas a serem acompanhadas, de modo a facilitar o dimensionamento dos projetos, e a expansão e/ou diversificação de atividades. O conjunto de toda a bacia hidrográfica, ou partes específicas dela, devem constituir a fonte primordial para a preparação de planos e projetos destinados, por exemplo, à busca de novas fontes de suprimento; à conquista de mercados; à ampliação da rede de distribuição e de abastecimento; à diversificação de produtos ou qualquer outro mecanismo importante, do ponto de vista das comunidades, incluindo:

- prognósticos, tanto para as atividades operacionais em andamento quanto para novos projetos;
- confrontos entre planos de expansão e parâmetros que possam contribuir a esses planos e/ou impor-lhes restrições, incluindo disponibilidade de recursos financeiros;
- decisões voltadas a investimentos de médio e longo alcance, como a implantação de cultivos perenes, ou, ao contrário, referentes à substituição ou liquidação parcial de um campo, face às situações de contração da demanda ou de escassez de recursos;
- controle de todas as atividades básicas em andamento na unidade, que possam conduzir ao redirecionamento dos destinos dos recursos.

No nível das propriedades rurais o planejamento se transforma em ações gerenciais e privilegia a organização como questão principal, elementos funcionais do processo revelam-se eficientes se o dispêndio for razoável e o risco for mínimo. O produtor gerente comanda, coordena e controla as operações de produção e conservação, com conhecimento antecipado das necessidades e problemas da propriedade, com solução em tempo hábil, que faça com que o empreendimento alcance o máximo de aproveitamento gastando menos recursos.

De acordo com o tipo de empreendimento, a distribuição de funções assegura o equilíbrio organizacional e evita a duplicidade e/ou a omissão de práticas essenciais, assim como a supervalorização de outras secundárias; estimula e fortalece as medidas preventivas; e mantém a flexibilidade da estrutura organizacional para permitir adaptações às situações novas. O desperdício de tempo e material, assim como o descuido ou negligência nas práticas agrícolas são evitados pelo conhecimento do sistema clima-planta-solo, onde o uso correto de ferramentas adequadas, “nas horas certas”, numa visão diagnóstica:

- demonstra onde se pode economizar;
- indica prováveis fraquezas do sistema;
- desenvolve métodos mais eficientes;
- suscita informações técnicas;
- fortalece sistema de controle;
- determina custos;
- aumenta a utilidade do solo;
- aumenta a produtividade;
- determina possibilidades de mercado;
- produz novos negócios.

O uso do solo na bacia hidrográfica é condicionado pela melhor utilização potencial das terras que o representam, o planejamento e gestão desse recurso, de acordo com o desenvolvimento local, inclui um plano diretor agrícola por sub-bacias hidrográficas, e um manejo por microbacias, com programação de atividades para as unidades agrícolas que inclui o cálculo de mão-de-obra para a conservação do solo. Devem ser evitadas a adaptação de máquinas, práticas agrícolas importadas e a abertura de novas fronteiras que aceleram o desgaste do solo e favorecem a diminuição da produtividade, a redução da fertilidade natural, e a consequente falência de um grande número de agricultores que deixam de pagar os empréstimos bancários, como aconteceu na colonização do Paraná (Simon, 1993).

Veiga et al. (1996) analisando a degradação do solo e da água no Estado de Santa Catarina concluíram que a degradação ali, se deveu à topografia acidentada, desfavorável à atividade agrícola e à agricultura nas pequenas propriedades forçadas a praticá-la em áreas com a declividade comprometida. E como exemplos de manejo inadequados, apontam:

- o uso do solo fora da aptidão natural;
- a cobertura vegetal inadequada, ou a remoção, quase que completa, da cobertura vegetal em função da alta densidade de pequenas propriedades;
- o sistema de preparo inadequado do solo, com grande número de operações, que deixam a superfície a descoberto, favorecendo a erosão;
- a compactação dos solos agrícolas, devido ao uso indiscriminado e excessivo de implementos agrícolas em condições de umidade inadequada;
- o uso de agrotóxicos, que além de poluir os mananciais de água atuam sobre a biologia do solo eliminando ou inibindo os organismos que auxiliam na agregação das partículas e;
- a erosão dos solos, enquanto processo acelerado de desagregação, transporte e deposição de suas partículas pela ação da água, fortemente influenciada pela atuação do homem.

Essas condicionantes de degradação limitam a renda do agricultor, e por isso o uso da terra com áreas cultivadas, pastagem, floresta, áreas improdutivas e outras requer uma administração do solo como recurso que pode sofrer depreciação e, de acordo com Pandolfo (1996), requerer investimento para recuperá-lo que demanda custos elevados, além de correta utilização de práticas mecânicas, culturais e insumos. Por isto é importante conhecer as características do solo que é uma unidade natural de limites invisíveis, delimitada por uma área ou mancha correspondente a um espaço específico, e mapeado como classe resultante de condições fixadas por definição e mensuração.

Circunstâncias permitem a separação do solo em categorias-padrão cujas disposições podem se dar por áreas fixas, só alteradas no sentido vertical, e somente quando utilizadas por vez ou por associação. Sua delimitação corresponde a localização e mensuração de limites e fronteiras revelados no espaço complexo da bacia hidrográfica em função dos divisores de

água, sua configuração vertical pode significar minimização de capacidade produtiva, redução da margem de lucro para o produtor, mais custos de produção e depreciação para a sub-bacia.

4.3.1.2 Delineamento das Sub-bacias Hidrográficas do Rio Caraparú

Um processo morfométrico da paisagem delinea o ambiente local ou regional influenciado pelo solo enquanto corpo dinâmico, composto de partículas fundamentais que contribuem para definir as sub-bacias hidrográficas. Na bacia hidrográfica do Rio Caraparú elas aparecem como tres unidades geoambientais, decorrentes das vinte e duas microbacias identificadas, onde ocorrem cinco unidades de mapeamento do solo, de acordo com as condições de homogeneidade permitidas pelas escalas dos produtos cartográfico e do sensoriamento remoto, Sub-bacia: do Alto Caraparú-Maguari; do Itá-Xiteua e do Médio-Baixo Caraparú (Fig. 2; 4; 5 e 6).

As informações fisico-ambientais de declividade do terreno, do tipo de solo e uso da terra, produziram mapas do meio físico que associados às informações socioeconômicas revelaram microbacias e possibilitaram suas associações para formar unidades geoambientais para o planejamento. A estratégia inclui a conversão dos diferentes geocampos temáticos em categorias espaciais destinadas à tomada de decisões, geobjetos e seus atributos ou valores funcionam como fatores de separação de contrastes ou de integração de semelhanças.

O solo assume uma dimensão físico-ambiental característica dos geobjeto que formam os geocampos ou espaços mapeáveis. Da mesma maneira que assume uma dimensão político-econômica identificada pela necessidade de determinar o que produzir, quanto produzir e que meios utilizar para a produção, considerando o desenvolvimento tecnológico local expresso pelos geobjetos e geocampos resultantes do uso de máquinas e implementos facilitados pela ação politico-econômica, que inclui recursos financeiros, pesquisa científica, procedimentos administrativos e outros componentes da produção demandados pela sociedade.

As entidades públicas e privadas compõem os meios mecânicos, químicos, genéticos e outros que agregam valores ao recurso solo, que ainda assim corre risco de ser marginalizado pelo agricultor e/ou técnico, que podem tratá-lo apenas como um meio de cultivar plantas e não como um bem economicamente consolidável e possível de degradar-se. O solo visto como terra é um conjunto espacial onde se praticam as atividades sociais do meio rural, representa a possibilidade de localização e mensuração para fins de aquisição, às vezes, esquecido enquanto unidade que incorpora qualidades úteis aos objetivos das diferentes formas de uso projetadas nas perspectivas das microbacias hidrográficas.

A sub-bacia hidrográfica enquanto unidade geambiental revela um nexo de ligação com o processo de conservação do solo, é valorizada pela presença dos setores econômicos industriais e comerciais que se localizam em seu espaço, pela dimensão físico-ambiental e/ou pela dimensão socio-econômica de seus solos. Essas unidades geoambientais no rio Caraparú tiveram como fator de influência, as agroindústrias, supermercados e feiras localizadas no município de Santa Izabel do Pará, que contribuíram para definir os seus recortes:

Sub-bacia Hidrográfica Médio-Baixo Caraparú (Unidade Geoambiental – 1)

Esta sub-bacia hidrográfica tem 110,66km² de área e representa a conjunção das microbacias do médio e do baixo rio Caraparú; do igarapé Jacundaí, do igarapé Quitéria, do igarapé Açú, e de um grande número de microbacias, principalmente as de primeira ordem, mas alguns cursos d'água de segunda ordem ou de ordem superior ocorrem. Sua topografia tem morfologia favorável à formação de várzea e igapó. com respectivas áreas inundável e inundada, originárias de depósitos do Pleistoceno, Holoceno e Atual, com cotas entre 15m e 20m, apesar de ocorrerem cotas de até 10m, além de outras mais altas, de até 40m, em áreas não inundáveis, de terra firme, igualmente originárias do Pleistoceno e Holoceno.

O relevo mais comum nesta unidade é o plano com fraca tendência ao suave ondulado, os solos são o Gleissolo Háplico (GXbd₁ e GXbd₂), com manchas de Neossolo Flúvico (RUbd) e Argissolo (PA_{d1}) com relevo plano a suave ondulado. E a vegetação secundária domina, constituída pela Floresta Higrófila de Várzea, classificada apenas como Vegetação Florestal, e definida pela associação de capoeiras (alta, média e baixa) num total de 52,78km²; seguida pela associação de Capoeira Baixa com Culturas Temporárias e Pastagens, num total de 43,39km²; e pelo Cultivo Perene que ocupa a menor área, apenas 14,49km² (Fig. 4).

A Vegetação Florestal ocorre mais em Gleissolo Háplico Distrófico (GXbd₁ e GXbd₂), e Neossolo Flúvico (RUbd); e a Capoeira Baixa com Culturas Temporárias (mandioca, feijão, milho e abacaxi), e a Pastagem, assim como os Cultivos Perenes (açaí, banana, cacau, coco da bahia e laranja, entre outras), em geral, sobre o Argissolo Amarelo (PA_{d1}).

Os solos ocupados com cultivos são profundos, de textura arenosa/média, bem drenados e sem impedimentos físicos, de aptidão Regular para lavoura nos níveis de manejo B e C e; Restrita no nível de manejo A. Só uma pequena parcela de pastagem ocupa a classe não recomendada para uso agrícola. No que se refere ao potencial para a mecanização formam a classe M₁ de potencial bom, sem limitações ao emprego de máquinas e implementos agrícolas no seu preparo, devido à declividade menor que 3%, que os classifica como terras da classe E₁, de susceptibilidade Fraca à erosão, devida ao relevo plano.

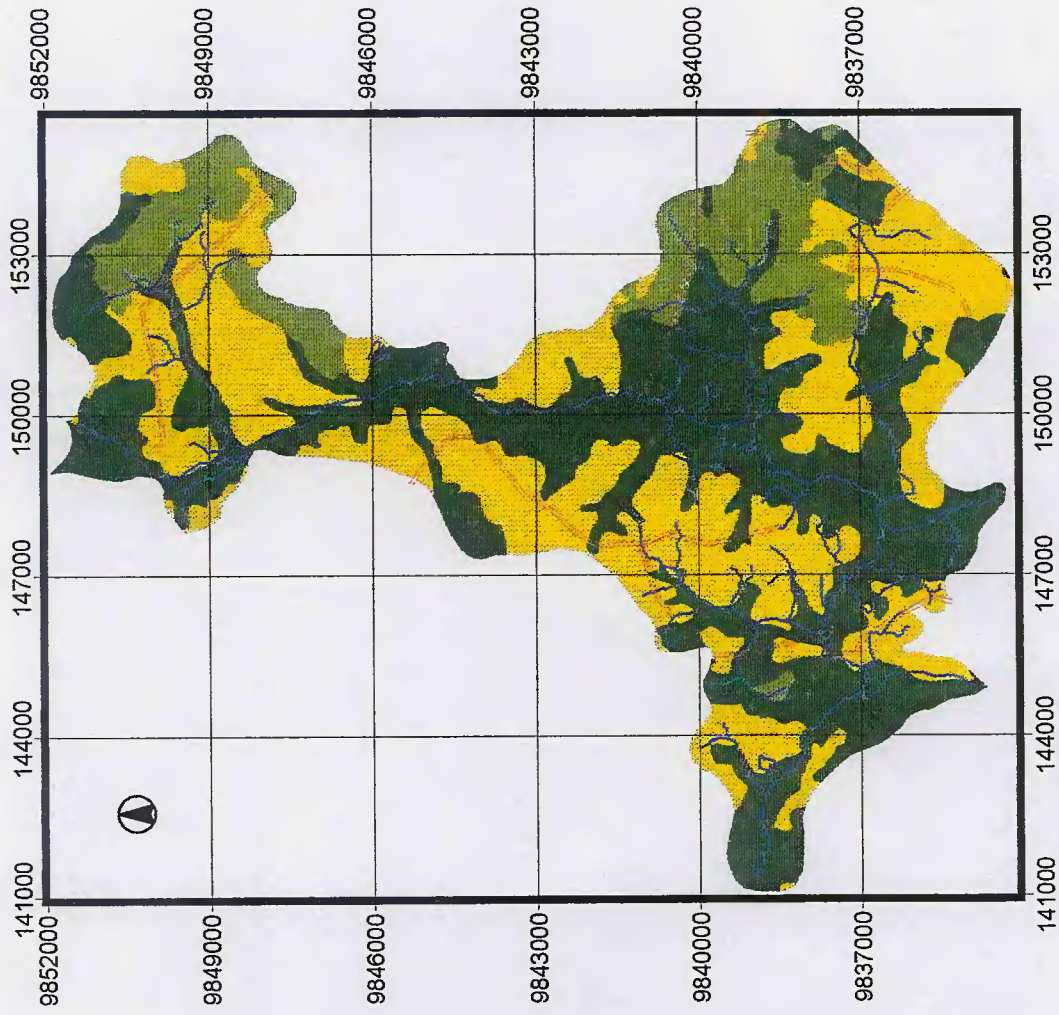


Figura 4 Sub_bacia hidrográfica Médio-Baixo Caraparu ou Unidade Geoambiental 1, destacando o uso da terra

- Área de Vegetação Florestal
- Área de Cultivo Perene
- Área de Capoeira Baixa, Culturas Temporárias e Pastagens
- Estradas
- Drenagem
- Localidades

2 0 2 4 Km
1:140000

Fonte : Embrapa, 1999

Sub-bacia Hidrográfica Alto Caraparú-Maguarí (Unidade Geoambiental – 2)

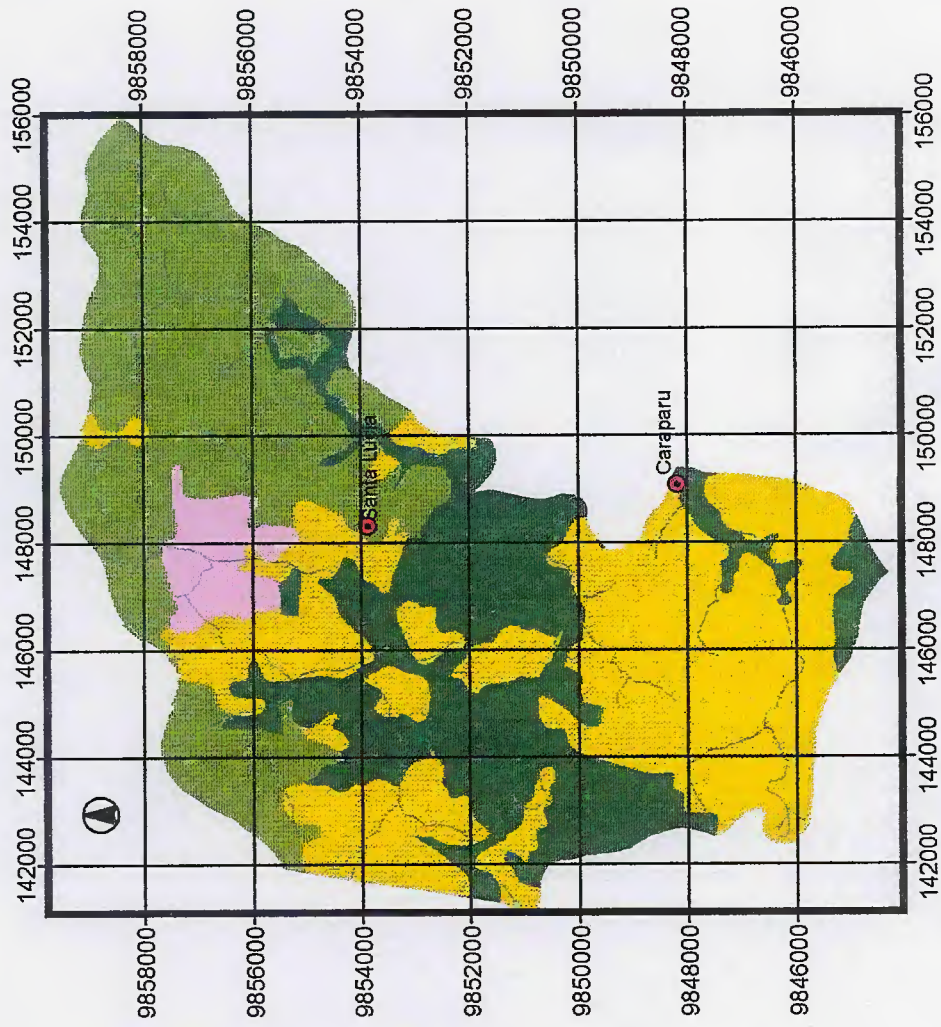
Esta subbacia hidrográfica compõe-se das microbacias do Igarapé Mucunhambá, Rio Maguari e Alto Rio Caraparú que perfazem 123,35km², como a microbacia do rio Maguarí corresponde a sua maior área a unidade é de terceira ordem, embora com expressiva drenagem de segunda ordem. Topograficamente corresponde à terra firme, originária dos depósitos do Pleistoceno e do Holoceno Não Inundável com cotas entre 20m e 55m, com ocorrência de conjuntos estruturais de cotas entre 40m a 50m, mas aparecem cotas entre 15m e 25m nas áreas de Várzeas do Pleistoceno, Holoceno e Atual Inundáveis. O relevo é, em geral, plano a suave ondulado com solos tipo Argissolo Amarelo (PA_{d1}); Latossolo Amarelo (L_{ad}); e Gleissolo Háptico (GX_{bd2}) e Neossolo Flúvico (RU_{bd}), de relevo plano.

Os Cultivos Perenes com dendê (porção norte da sub-bacia), coco da bahia, mamão, laranja, banana, etc. ocupam 58,22km²; a associação Capoeira Baixa, Culturas Temporárias (mandioca, feijão, milho e abacaxi) e Pastagens 34,77km²; a Vegetação Florestal (capoeiras – alta, média e baixa, floresta equatorial higrófila de várzea e floresta equatorial subperenifolia) 26,61km²; e a Área Urbana com 3,75km² de vias e infraestrutura socioeconômica (Fig. 5).

A maioria do Cultivo Perene ocupa o Argissolo Amarelo (PA_{d1}), de aptidão Regular para lavoura no nível de manejo B e C; Restrita no nível de manejo A e Regular para pastagem plantada no nível de manejo B. A maioria das Culturas Temporárias sobre o Latossolo Amarelo (L_{ad}) e uma parcela de pastagem em terras indicadas para proteção ambiental de Gleissolo Háptico (GX_{bd2}) e Neossolo Flúvico (RU_{bd}). A maioria, terras de potencial à mecanização situado na classe Boa para cultivo (M₁), sem restrições a máquinas e implementos agrícolas utilizados no preparo do solo, com declividade menor que 3%.

Parte do cultivo e a maioria das pastagens ocupam a classe Regular para mecanização (M₂), com limitações de Fraca a Moderada para o emprego de máquinas e implementos agrícolas, devido à declividade maior que 3%, com ocorrência de concreções ferruginosas do tipo cascalho; algumas áreas de pastagens estão sobre a Classe Inapta à mecanização (M₄) com impedimentos ao uso de máquinas e implementos agrícolas, sobretudo devido ao excesso de água durante a maior parte do ano. No que se refere a susceptibilidade à erosão a classe é Fraca (E₁) devido as terras firme e várzea serem de relevo plano e declividade maior que 3%, em solos profundos, de textura arenosa/média, bem drenados e sem impedimentos físicos, praticamente sem riscos de erosão, exceto a pastagem sobre manchas de Latossolo Amarelo (L_{ad}), de classe de Susceptibilidade Moderada à erosão (E₂) em relevo suave a ondulado com declive de 3% a 8%, profundidade mediana, e presença de concentrações ferruginosas.

Figura 5 Sub-bacia hidrográfica Alto Caraparu - Maguari ou Unidade Geoambiental 2, destacando o uso da terra



- Área de Vegetação Florestal
- Área de Cultivo Perene incluindo o dendê
- Área de Capoeira Baixa, Culturas Temporárias e Pastagens
- Área Urbana
- Estradas
- Drenagem
- Localidades

1 0 1 2 Km
1:140000

Fonte : Embrapa, 1999

Sub-bacia Hidrográfica Itá-Xiteua (Unidade Geoambiental – 3)

Esta sub-bacia é função da reunião das microbacias hidrográficas do igarapé Xiteua e do rio Itá, cujas áreas perfazem 152,52km², a maior parte pertencente à microbacia do rio Itá, que é de quarta ordem, apesar dos muitos cursos de segunda ordem. Topograficamente é de relevo plano a suave ondulado, até ondulado com cotas entre 20m e 55m, e altitudes médias entre 45m e 50m, revelando tendência morfológica para terra firme. Os solos Argissolo Amarelo (PA_{d1}), no relevo suave ondulado a ondulado; o Latossolo Amarelo (Lad) no relevo suave ondulado a ondulado; e o Neossolo Flúvico (RU_{bd}), nas áreas planas das várzeas.

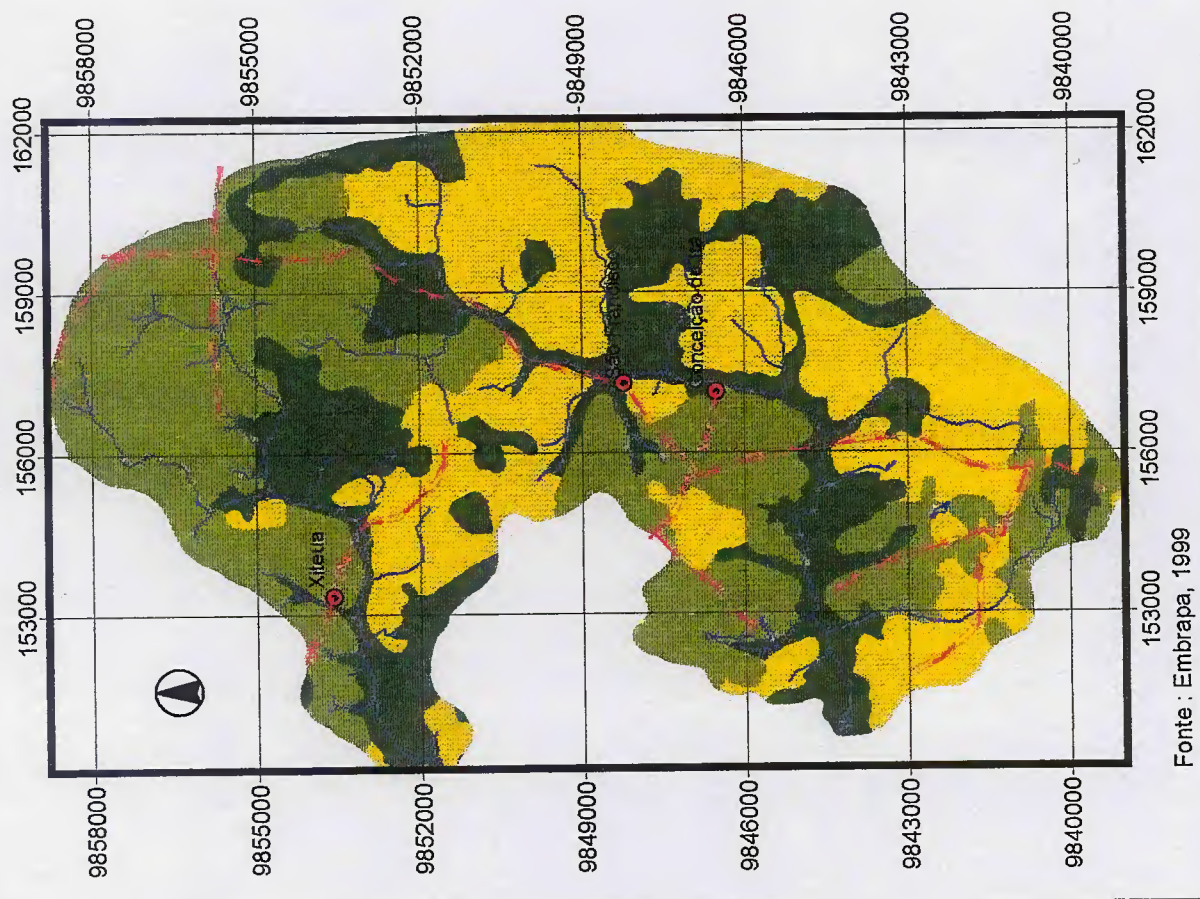
Áreas de Capoeira Baixa; Culturas Temporárias (mandioca, feijão, milho e abacaxi); e Pastagens formam 48,71km²; o Cultivo Perene com laranja, banana, goiaba, mamão, graviola e outras (além do dendê, na porção norte da sub-bacia), ocupa 60,47km²; e a Vegetação Florestal (associação das Capoeiras –alta, média e baixa), floresta equatorial subperenifolia e floresta equatorial higrófila de várzea atinge 43,34km² (Fig. 6).

As culturas temporárias e as pastagens estão sobre a classe de aptidão Regular para lavoura nos níveis de manejo B e C e; Restrita no nível de manejo A, em Argissolo Amarelo (PA_{d1}) e em Latossolo Amarelo (Lad) de aptidão Regular para pastagem no nível de manejo B. Os Cultivos Perenes ocupam o Argissolo Amarelo (PA_{d1}), de aptidão Regular para lavoura nos níveis de manejo B e C e, Restrita no nível de manejo A; e a Vegetação Florestal ocupa o Argissolo Amarelo (PA_{d1}), o Latossolo Amarelo (Lad), o Gleissolo Háptico (GX_{bd2}) e o Neossolo Flúvico (RU_{bd}), de aptidão desejável para preservação.

A maioria dos cultivos correspondem à classe Boa (M₁) sem limitações ao uso de máquinas e implementos agrícolas na preparação dos solos, com declividade abaixo de 3%, e à classe de potencialidade Regular (M₂), com limitações de Fraca a Moderada ao emprego de máquinas e implementos agrícolas, devido ao declive de 3% a 8% e presença de concreções ferruginosas tipo cascalho. Ocorre em alguns casos a classe Inapta (M₃) com limitações Fortes ao emprego de máquinas e implementos agrícolas no preparo do solo, devido ao declive de 3% a 8%, e grande concentração de concreções ferruginosas tipo matacão. Incluindo-se as áreas de várzeas, que embora planas, apresentam excesso de água na maior parte do ano.

São solos de terra firme, relevo plano com declividade inferior a 3%, profundos, com textura arenosa/média, bem drenados e sem impedimentos físicos, Susceptibilidade Fraca à erosão (E₁), inclusive os de várzea, praticamente, sem riscos de erosão. O Latossolo Amarelo (LAd) de relevo suave ondulado a ondulado com declive acima de 3%, profundidade mediana e grande concentração ferruginosa ocupa a classe de Susceptibilidade Moderada à erosão (E₂).

Figura 6 Sub-bacia hidrográfica Itá-Xiteua ou unidade Geoambiental 3, destacando o uso da terra



- Área de Vegetação Florestal
- Área de Cultivo Perene incluindo o dendê
- Área de Capoeira Baixa, Culturas Temporárias e Pastagens
- Estadas
- Localidades
- Drenagem

2 0 2 4 Kilometers
1:140000

Fonte : Embrapa, 1999

O uso da terra exige precauções e a sub-bacia hidrográfica é a unidade geoambiental estratégica para integrar as atividades rurais e a conservação do solo, o desenvolvimento local sustenta as componentes do sistema ambiental e permite aos agentes sociais promoverem ações de reflorestamento das margens dos cursos d'água e de áreas alteradas; incentiva a conservação e uso da matéria orgânica que protege a estrutura do solo e facilita a absorção de nutrientes. Por isto o rio Caraparú foi recortado em tres sub-bacias hidrográficas (tabela 4), as quais representam unidades geoambientais para o planejamento.

Nessas unidades os mecanismos que facilitam a circulação de informações técnicas entre os produtores rurais funcionam como táticas de inserção regional, promovem a redução da distância entre os resultados da pesquisa e seus usuários potenciais, e a especificidade de cada unidade rural é tratada, como um contexto da bacia hidrográfica. O desenvolvimento local é focado em operações simples de limpeza e desobstrução de cursos d'água; fiscalização de processos de desmatamento nas microbacias hidrográficas; e outras ações de conservação envolvendo o estabelecimento de padrões de homogeneidades –unidades (tabela 4).

TABELA 4. Uso atual das terras nas tres subbacias hidrográficas do rio Caraparú –área e porcentual das superfícies ocupadas em relação ao total da unidade geoambiental

USO DA TERRA	ÁREA OCUPADA	
Subbacia Médio-Baixo Caraparú (Un. Geoamb. – 1)	"A"	
VEGETAÇÃO FLORESTAL	52,78km ²	47,70%
CULTIVO PERENE	14,49km ²	13,09%
CAP. BAIXA; CULT. TEMP.; E PAST.	43,39km ²	39,21%
ÁREA TOTAL DA SUB-BACIA	110,66km ²	100,00%
Subbacia Alto Caraparú-Maguarí (Un. Geoamb. – 2)	"B"	
VEGETAÇÃO FLORESTAL	26,61km ²	21,57%
CULTIVO PERENE	58,22km ²	47,20%
CAP. BAIXA; CULT. TEMP.; E PAST.	34,77km ²	28,19%
ÁREA URBANA	03,75km ²	03,04%
ÁREA TOTAL DA SUBBACIA	123,35km ²	100,00%
Subbacia Itá-Xiteua (Unidade Geoambiental – 3)	"C"	
VEGETAÇÃO FLORESTAL	43,34km ²	28,41%
CULTIVO PERENE	60,47km ²	39,65%
CAP. BAIXA; C. TEMP. E PAST.	48,71km ²	31,94%
ÁREA TOTAL DA SUBBACIA	152,52km ²	100,00%
ÁREA DA BACIA DO RIO CARAPARÚ	386,53km²	100,00%

Fonte: CARVALHO. Pesquisa realizada no Laena: NAEA-UFPA, Belém, 2002.

5 CONCLUSÃO

O planejamento e gestão por microbacias ou por unidades geoambientais facilitam a mobilização dos produtores gerentes, de maneira que um esforço organizador dos estabelecimentos rurais resulte em tomadas de decisões conjuntas, considerando as demandas políticas, os recursos naturais, econômicos e tecnológicos da produção, assim como a melhor produtividade dos solos, a facilidade de acesso, a logística de transportes, e a presença de empresas industriais e agroindustriais, como condições oferecidas pela bacia hidrográfica do rio Caraparú, a qual oferece baixo custo de frete e facilidade de acesso, além da presença de empresas em seu entorno, que fazem do município de Santa Izabel do Pará um importante espaço polarizador da agricultura na Mesorregião Belém.

A bacia hidrográfica do rio Caraparú representa um sistema regional geograficamente recortado por microbacias hidrográficas, relativas aos seus cursos contribuintes. Sua divisão em microbacias delineou sub-bacias homogêneas correspondentes a unidades geoambientais que facilitam o diagnóstico e o desenvolvimento local, desde que:

- a área física da microbacia hidrográfica seja categoria metodológica ou espaço ideal para a aplicação dos recursos humano, tecnológico, financeiro e político, previstos nos objetivos do planejamento;
- as sub-bacias sejam unidades geoambientais, lógicas e tecnicamente propostas para o planejamento e gestão, com vistas à eficiência no uso do solo contra a degradação da economia rural;
- o solo seja um recurso natural socioeconômicamente manifesto em três níveis ou escalas de conservação: na bacia hidrográfica, para o planejamento do desenvolvimento local; na sub-bacia ou microbacia hidrográfica, para a gestão, de acordo com os produtores; e na propriedade rural, a partir da organização do trabalho, do emprego de técnicas de manejo e busca do equilíbrio ótimo entre a melhor performance da produtividade da terra e a conservação do solo;
- os solos, de maneira geral, apresentam condições de desgastes decorrentes do método tradicional, de corte e queima da vegetação, que resulta na diminuição da fertilidade natural com carência de reposição de nutrientes por adubação mineral e/ou orgânica;
- a presença de solos com importantes deficit hídricos, nas sub-bacias Alto Caraparú-Maguari e Itá-Xiteua, decorre das características que incluem a baixa retenção de água nos horizontes superficiais, devidos aos teores de argila, que apresentam-se entre 110g e 270g/kg de solo, e fração areia, de até 700g/kg de solo;

- os solos usados com culturas temporárias, revelam incompatibilidades entre produtividade agrônômica e rentabilidade econômica, com o melhor desempenho de mercado justificando o emprego de boas técnicas agrícolas e de capital para a produção, como no caso do feijão, que apesar da redução na área colhida, passou de 444kg/ha em 1990, para 600kg/ha em 1999, diferente do milho que registrou queda de produção, de 750kg/ha em 1990 para 600kg/ha em 2000, demonstrando que a produtividade é função da rentabilidade econômica;
- a mandioca apresenta a maior expansão-retração de área com a produção passando de 240ha de área colhida e 2 400t de raízes em 1990, para 420ha de área colhida e 3 360t em 1996; e para 100ha de área colhida e 800t de raízes em 2000, produtividade de 8t/ha e 10t/ha;
- a importância econômica dos cultivos requisita a implantação de um sistema, baseado na substituição das culturas temporárias por culturas perenes, dentro de uma estratégia de desenvolvimento para a bacia hidrográfica do rio Caraparú que culminou com uma boa produtividade para a banana, cujos 2000cachos/ha, superaram os 1400cachos/ha do Estado do Pará, e para a laranja, cujos 127,8mil frutos/ha, superaram os 98,8mil frutos/ha da média estadual, corroborando a importância da pequena e micro propriedades na economia local;
- a horticultura é responsável por 39,5% da produção agrícola da bacia hidrográfica do rio Caraparú, em cuja a renda dos produtores, sobretudo, pequenos e micros, depende do manejo e conservação do solo, da melhor orientação, da divisão em microbacias e subbacias hidrográficas como unidades geoambientais do planejamento e gestão;
- o planejamento e gestão dependem de instrumentos como o Plano de Desenvolvimento Regional; o Plano Diretor Agrícola e de Administração Rural para o Recurso Solo; e as Ações Programadas no nível das Propriedades Rurais, incluindo sugestões e recomendações técnicas; a escola agrícola do município, interagindo com as universidades regionais, para adaptação de currículos e desenvolvimento de cursos de interesse das comunidades como a reativação do processo associativista de interesse dos produtores rurais;
- a grande propriedade não se enquadra a esta metodologia, restrita aos micro e pequenos produtores rurais, pois carece de adaptação envolvendo processos de conscientização político-ambiental, cujos objetivos prescindem da maximização dos lucros ou da via predatória para o ambiente da produção, considerando que as grandes propriedades são tão extensas que podem atingir mais de uma sub-bacia por projeto, senão toda a paisagem regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, Cleverson V.; SOUZA, Marcos Luiz de Paula. **Gestão ambiental por bacias hidrográficas**. In: MAIMON, Dalta (Coord.). Ecologia e desenvolvimento. Rio de Janeiro: APED, 1992;
- ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistema de Informações Geográficas – aplicação na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998;
- ASSAD, Eduário D.; SANO, Edson E.; MEIRELES, Maria Lúcia; SILVA, Fernando do M.; MOREIRA, Lucimar; MACEDO, Jamil; RESCK, Dimas V. S.; KER, João C.; CHAGAS, César da S. & CARVALHO JÚNIOR, Valdir de. **Caracterização ambiental da microbacia do Córrego Taquara-DF**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992;
- BELTRAME, Ângela da Veiga. **Diagnóstico físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1994;
- BERTOLINI, Dorival; LOMBARDI NETO, Francisco. **manual técnico de manejo e conservação do solo e água**. Campinas: CATI, 1988;
- BLANCANEUX, Philippe; FREITAS, Pedro Luís de; LIMA, Edila M. B. **Interações ambientais no cerrado –microbacia piloto de Morrinhos – Estado de Goiás – Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998;
- COMPANHIA AGRÍCOLA IMOBILIÁRIA E COLONIZADORA. **Conservação de Solos em Microbacias**. São Paulo, 1987;
- CARVALHO, Horácio Martins de. **Introdução à teoria do planejamento**. São Paulo: Brasiliense, 1976;
- CARVALHO, Janice Guedes de; BASTOS, Ana Rosa Ribeiro. **Tópicos de nutrição mineral de plantas –absorção iônica radicular**. Lavras: UFL, 1999;
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: E. Blücher: Ed. da USP, 1974;

- CORRÊA, José Carlos. **Curso sobre manejo e conservação dos solos da Amazônia**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1983;
- COSTA, Carlos Antônio Reinaldo. **Introdução ao processamento digital de imagens: uma abordagem voltada para o sensoriamento remoto e funcionalidades do sistema SPRING**. Campinas: EMBRAPA-CNPTIA, 1998;
- DORASWAMY, Gorantla; VALLÉE, Gilbert J. A.; PORTO, Everaldo R. **Pequenos agricultores III: manual para coleta de dados em sistemas de produção em propriedades agrícolas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984;
- DORASWAMY, Gorantla; PORTO, Everaldo R; CERQUEIRA, Paulo R. S. **Avaliação econômica de tecnologias em sistemas integrados de produção de pequenas Propriedades agrícolas: um estudo de caso**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1985;
- EMBRAPA-SNLCS. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979;
- FASOLO, Pedro Jorge. **Importância e uso de levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra**. In: Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR, IAPAR, 1996;
- FRANÇA, Geraldo Victorino de. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de piracicaba**. Tese (Doutorado) – ESALQ, Piracicaba, 1968;
- FREITAS, P. L.; KER, J. C. **As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil**. In: Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR, IAPAR, 1996;
- FURTADO, Ana Maria Medeiros. **Correlação de Rede de Drenagem com Unidades de mapeamento de solos utilizando produtos de sensores remotos na bacia do Igarapé do Segredo – Capanema-Pará**. Dissertação (Mestrado) – FCAP, Belém, 1994;
- GONDIM, Carlos José Esteves. **A transformação dos ecossistemas florestais amazônicos em agroecossistemas – riscos ecológicos**. In: I Ciclo de Debates sobre a Ocupação da Amazônia. Belém, FCAP, 1980;

- HIDALGO, Pedro. **Curso sobre planejamento ambiental participativo em bacias hidrográficas**. Florianópolis: CIDIAT/UFSC, 1995;
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IPEA/PMACI - I. **Diagnóstico geoambiental e sócio-econômico: área de influência da BR - 364:trecho Porto Velho – Rio Branco**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990;
- LANNA, Antônio Eduardo Leão. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos** – (coleção meio ambiente). Brasília, DF: IBAMA, 1995;
- LAURENTI, Antônio Carlos. **Conservação de solos em sistemas de produção nas microbacias hidrográficas do arenito Caiuá do Paraná II: diferenciação sócio-econômica de unidades produtivas no setor rural**. Londrina-PR., IAPAR, 1993;
- MARTINI, George; GARCIA, Ronaldo Coutinho. **Os impactos sociais da modernização agrícola**. São Paulo: Ed. Caetés, 1987;
- MUZILLI, Osmar. **Plano integrado para manejo e conservação do solo em microbacias hidrográficas-piloto: a experiência do Paraná na região do arenito caiuá**. In: Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR., IAPAR, 1996;
- MUZILLI, Osmar; LAURENTI, Antônio C.; LLANILLO, Rafael F.; FAGUNDES, Antônio C.; FIDALSK, Jonez; FREGONEZE, José A.; RIBEIRO, Maria de Fátima S; LUGÃO, Simony M. B. **Conservação do solo em sistemas de produção nas microbacias do arenito Caiuá do Paraná – I: clima, solo, estrutura agrária e perfil da produção agropecuária**. Londrina-PR., IAPAR, 1990;
- NOVO, Evilin M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2ª ed. São Paulo, Blücher, 1995;
- NUERNBERG, N. J.; STAMMEL, J. G.; CABEDA, M. S. V. **Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica sul-riograndense**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.10, p. 185-190, 1996;
- OLIVEIRA, Maurício de. **Os solos e o ambiente agrícola no sistema Piranhas-Açú – RN**. Mossoró: ESAM/FGD, 1988;

PANDOLFO, Carla Maria. **Alternativas de manejo e conservação do solo e da água**. In: Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Londrina-PR., IAPAR, 1996;

PENTEADO, Margarida M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974;

PINTO, Sérgio dos Anjos Ferreira. **Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para a caracterização de erosão do solo no SW do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – INPE, São José dos Campos, 1982;

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo – agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1990;

_____. **Agroecologia – ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel, 1992;

PROCHNOW, Myrian Cecília Rolim. **Análise ambiental da sub-bacia do rio Piracicaba: subsídios ao seu planejamento e manejo**. Tese (Doutorado) – UNESP, Rio Claro, 1990.

PUNDEK, Murilo. **Levantamento e planejamento conservacionista de propriedades rurais em microbacias**. In: Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Londrina-PR, IAPAR, 1996;

RODRIGUES, T. E.; PEREIRA, L. C.; GAMA, J. R. N. F.; REGO, R. S.; HENRIQUE, L. M. **Uso e ocupação do solo da Amazônia Brasileira**. In: Congresso Brasileiro – Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR., IAPAR, 1996;

ROTH, C. H.; PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; MEYER, B.; FREDE, H. G. **Efeitos das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltrabilidade de água em um latossolo roxo cultivado com cafeeiro**. In: Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas: v. 10, p. 163-166, 1986;

SCHAFER, Alois. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**, Porto Alegre: UFRGS, 1984;

SILVA, A. P. da; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, O. A. **Influência da compactação nas propriedades físicas de dois latossolos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v. 10, p. 91-95, 1986;

SILVA, M. de S.; CARVALHO, W. A. **Sensibilidade dos índices da rede de drenagem, obtidos em amostras circulares na diferenciação de unidades de solos.** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v. 16, nº 1, 1996;

SIMON, Álvaro Afonso. **Análise histórico-crítica dos trabalhos em microbacias hidrográficas em Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado) – UFSC, Florianópolis, 1993;

Zoneamento previne degradação ambiental. Jornal do Trópico Úmido, Belém, v. 12, n. 30, jul./set., 2000;

UNAMA. **Instrumentos indicativos para gestão do território: zoneamento ecológico econômico do município de Santa Izabel do Pará-aspecto sócio-econômico –relatório de pesquisa, versão preliminar.** Belém: Unama/Sudam, 2001;

VEIGA, M. J. **Geração e adoção de tecnologia conservacionista nos últimos 15 anos: entraves e perspectivas.** In: Congresso Brasileiro – Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR., IAPAR, 1996;

VEIGA, M.; AMADO, T. J. **Preparo do solo.** In: Congresso Brasileiro – Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR, IAPAR, 1996;

VEIGA, Milton da; BASSI, Lauro; ROSSO, Alcides de. **Degradação do solo e da água.** In: Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Londrina-PR., IAPAR, 1996;

VIEIRA, M. J. **Geração e adoção de tecnologia conservacionista nos últimos 15 anos: entraves e perspectivas.** In: Congresso Brasileiro – Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina-PR., IAPAR, 1996.