



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS-PPGCA

SABRINA FORTE E SILVA GONÇALVES

**RELAÇÕES ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIOS ADOTADOS E A QUALIDADE DA
ÁGUA EM IGARAPÉS AMAZÔNICOS DE DUAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO DE PARAGOMINAS (PA)**

**Belém-PA
2007**

SABRINA FORTE E SILVA GONÇALVES

**RELAÇÕES ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIOS ADOTADOS E A QUALIDADE DA
ÁGUA EM IGARAPÉS AMAZÔNICOS DE DUAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO DE PARAGOMINAS (PA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Sócio-Ambientais.

Orientador: Professor Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo.

Co-orientador: Professor Dr. Maurílio de Abreu Monteiro.

**Belém-PA
2007**

SABRINA FORTE E SILVA GONÇALVES

**RELAÇÕES ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIOS ADOTADOS E A QUALIDADE DA
ÁGUA EM IGARAPÉS AMAZÔNICOS DE DUAS BACIAS
HIDROGRÁFICAS NA REGIÃO DE PARAGOMINAS (PA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Data de Aprovação: _____

Conceito:

Banca Examinadora:

Ricardo de Oliveira Figueiredo - Orientador

Doutor em Biociências e Biotecnologia
EMBRAPA Amazônia Oriental.

Francisco de Assis Costa - Membro

Doutor em Economia
Universidade Federal do Pará

Oriana Trindade de Almeida – Membro

Doutora em Ciências Ambientais
Universidade Federal do Pará

Eliene Lopes de Souza - Membro

Doutora em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho ao meu amado filho **Bento Forte e Silva Gonçalves**. Que nasceu no período deste curso de Mestrado, e tanto vem me auxiliando a amadurecer e a ser uma pessoa mais feliz.

AGRADECIMENTOS

Ao meu co-orientador Dr.Maurílio de Abreu Monteiro

A meu amigo Guilherme Campos
(Laboratório de Sensoriamento Remoto da Embrapa-Amazônia oriental)

Ao Dr. Orlando Watrin
(Laboratório de Sensoriamento Remoto da Embrapa-Amazônia oriental)

A querida colega de trabalho Márcia Figueiredo
(Secretária do PPCG)

Ao Jorge Ricardo
(Guia de Campo)

A Secretaria municipal de Agricultura de Paragominas

A Universidade Federal do Pará

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi

Ao Projeto “Agrobacias Amazônicas”
(EMBRAPA, Projeto 02.02.5.32)

Ao Projeto “Aguamor”
(CT-Hidro/CNPq, 502626/2003-8)

Ao Projeto “Milênio LBA2”
(Institutos do Milênio/CNPq, 420199/2005-5)

As respectivas equipes dos projetos acima citados,
Agradeço pelo apoio na execução desse trabalho.

Agradecimento Especial

Ao meu orientador

Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo

Pela humanidade em compreender as questões pessoais que atravessei
E, principalmente, pela sua competência profissional e responsabilidade na orientação deste
trabalho.

Ao meu marido

Delman de Almeida Gonçalves

Pelo grande auxílio, em vencer mais uma etapa, tão importante em nossas vidas.

*Vida de água é uma beleza
É liberdade. É correnteza
Bela vida de rio
Sou água clara. Entoando contigas.*

*Refletindo as estrelas, como espelho da Lua. Eu sou farta de Luz
Corro pra mim, sou o Mar. Corro pra mim sou vapor.
Sou mais leve do que o ar*

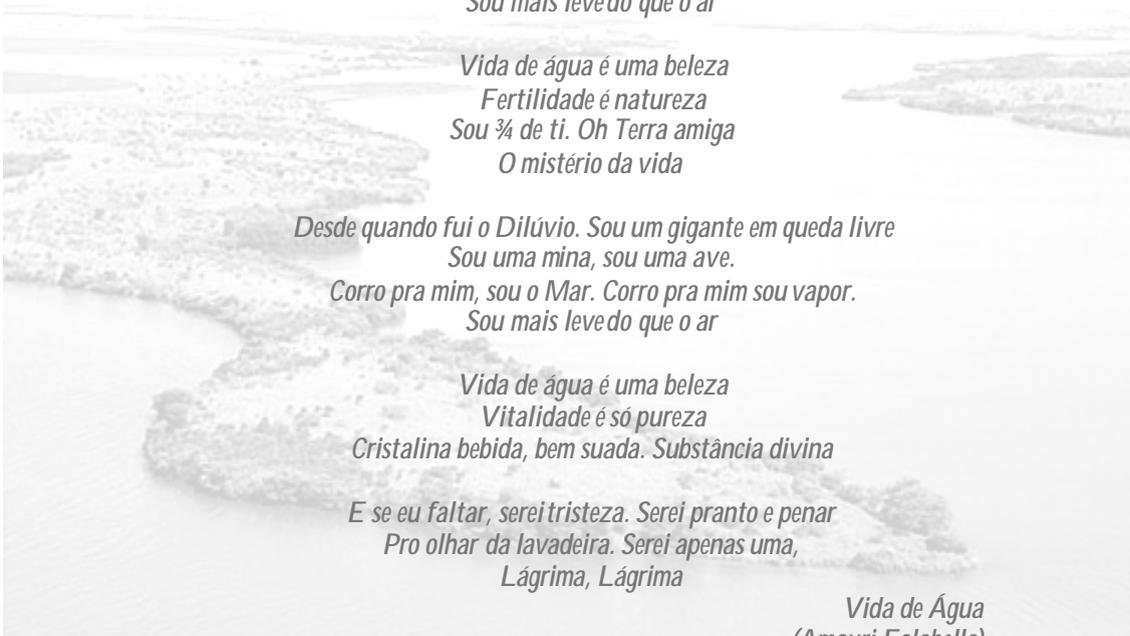
*Vida de água é uma beleza
Fertilidade é natureza
Sou $\frac{3}{4}$ de ti. Oh Terra amiga
O mistério da vida*

*Desde quando fui o Dilúvio. Sou um gigante em queda livre
Sou uma mina, sou uma ave.
Corro pra mim, sou o Mar. Corro pra mim sou vapor.
Sou mais leve do que o ar*

*Vida de água é uma beleza
Vitalidade é só pureza
Cristalina bebida, bem suada. Substância divina*

*E se eu faltar, serei tristeza. Serei pranto e penar
Pro olhar da lavadeira. Serei apenas uma,
Lágrima, Lágrima*

*Vida de Água
(Amauri Falabella)*



LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01: Precipitação Pluviométrica do município de Paragominas (PA), para os anos de 1996 a 2005.	26
GRÁFICO 02: Evolução da área plantada e produção das culturas de arroz, milho e soja no município de Paragominas nos anos de 1996 a 2006.	29
GRÁFICO 03: Evolução do efetivo pecuário no município de Paragominas nos anos de 1996 a 2005.	29
GRÁFICO 04: Padrões de Uso do Solo na bacia hidrográfica do Igarapé Cinquenta e Quatro, nos anos de 2002, 2004 e 2005.	32
GRÁFICO 05: Padrões de Uso do Solo na bacia hidrográfica do Igarapé do Sete, nos anos de 2002, 2004 e 2005.	33
GRÁFICO 06: Padrões de Uso do Solo nas bacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e Igarapé do Sete, para o ano de 2005.	33
GRÁFICO 07: Variação do oxigênio dissolvido (mg l^{-1}) observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.	59
GRÁFICO 08: Variação do oxigênio dissolvido (mg l^{-1}) observado nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete (IG7), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.	61
GRÁFICO 09: Variação de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observada nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.	64
GRÁFICO 10: Variação de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observada nos 7 pontos de amostragem do Igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.	65
GRÁFICO 11: Variação de <i>pH</i> observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.	68
GRÁFICO 12: Variação de <i>pH</i> observado nos 7 pontos de amostragem do Igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a janeiro de 2005.	69
GRÁFICO 13: Variação de Turbidez (FTU) observada nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro, no período de abril de 2003 a agosto de 2005.	70
GRÁFICO 14: Variação de Turbidez (FTU) observada nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a janeiro de 2005.	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Classificação das águas, segundo seus usos preponderantes, conforme legislação federal.	12
QUADRO 02: Classificação Fundiária das propriedades rurais em análise, conforme legislação federal.	30
QUADRO 03: Características gerais dos pontos de coleta de águas superficiais e das unidades fundiárias das bacias hidrográficas dos igarapés Cinquenta e Quatro e do Sete, em Paragominas (PA).	37
QUADRO 04: Manejo da pecuária na Fazenda A.	40
QUADRO 05: Manejo agrícola da Fazenda A.	41
QUADRO 06: Manejo agrícola da Fazenda B.	44
QUADRO 07: Manejo da pecuária na Fazenda C.	46
QUADRO 08: Manejo da pecuária na Fazenda D.	48
QUADRO 09: Manejo agrícola da Fazenda D.	49
QUADRO 10: Manejo da pecuária na Fazenda E.	52
QUADRO 11: Manejo da pecuária nas fazendas F, G e H.	55
QUADRO 12: Limites dos parâmetros de qualidade para classe de águas doces, estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.	58
QUADRO 13: Valores médios, mínimos e máximos do oxigênio dissolvido (mg l^{-1}) observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.	59
QUADRO 14: Valores médios, mínimos e máximos do oxigênio dissolvido (mg l^{-1}) observados nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete (IG7), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.	62
QUADRO 15: Valores médios, mínimos e máximos de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observados nos 7 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.	65
QUADRO 16: Valores médios, mínimos e máximos de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observados nos 7 pontos de amostragem do Igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.	66
QUADRO 17: Variação de <i>pH</i> observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.	68
QUADRO 18: Variação de <i>pH</i> observado nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a janeiro de 2005.	69
QUADRO 19: Valores médios, mínimos e máximos de turbidez (FTU) observados nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.	71
QUADRO 20: Variação de turbidez (FTU) observado nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete, no período de abril de 2003 a janeiro de 2005.	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Localização Geográfica das bacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e Igarapé do Sete, Paragominas (PA).	25
FIGURA 02: Área de produção de milho e pastagem na fazenda A, em Paragominas (PA).	39
FIGURA 03: Área de produção de grãos na fazenda A, em Paragominas (PA).	41
FIGURA 04: Área de preparação para produção de grãos na fazenda A, em Paragominas (PA).	41
FIGURA 05: Consorciação de milho + Panicum Mombaça + estilosante na fazenda A, em Paragominas (PA).	42
FIGURA 06: Consorciação de milho + Panicum Mombaça + estilosante na fazenda A, em Paragominas (PA).	42
FIGURA 07: Área de produção de grãos na fazenda B, em Paragominas (PA).	43
FIGURA 08: Área de produção de grãos na fazenda B, em Paragominas (PA).	43
FIGURA 09: Área de pastagem na fazenda C, em Paragominas (PA).	47
FIGURA 10: Área de pastagem na fazenda C, em Paragominas (PA).	47
FIGURA 11: Área de pastagem da Fazenda D, em Paragominas (PA).	48
FIGURA 12: Estação de couchos e <i>Clipp Feed</i> , na Fazenda D, em Paragominas-PA.	48
FIGURA 13: Área de produção de grãos na Fazenda D, em Paragominas (PA).	49
FIGURA 14: Plantação de seringal na Fazenda D, em Paragominas (PA).	49
FIGURA 15: Área de pastagem recém manejada na Fazenda E, em Paragominas (PA).	51
FIGURA 16: Área de pastagem da Fazenda E, em Paragominas (PA).	51
FIGURA 17: Área da Fazenda F, em Paragominas (PA).	53
FIGURA 18: Área da Fazenda G, em Paragominas (PA).	53
FIGURA 19: Área represamento do Igarapé Sete, na Fazenda H, em Paragominas (PA).	53
FIGURA 20: Localização geográfica das propriedades em análise e os pontos de amostragem de qualidade da água, no mapa de Uso do Solo da bacia hidrográfica do Igarapé Cinquenta e Quatro.	56
FIGURA 21: Localização geográfica das propriedades em análise e os pontos de amostragem de qualidade da água, no mapa de Uso do Solo da bacia hidrográfica do Igarapé do Sete.	57

RESUMO

A Amazônia Brasileira encontra-se em uma posição privilegiada no cenário de escassez da água, pois a bacia Amazônica apresenta alto índice de pluviosidade e detém a maior rede hidrográfica do planeta (6.925.000 km²), da qual cerca de 63% está localizada no Brasil. Todavia, a qualidade dos recursos hídricos encontra-se ameaçada, uma vez que, desde a construção da BR-010, a rodovia Belém-Brasília, em 1958, iniciou-se um processo de ocupação acelerada da Amazônia Oriental, que tem promovido profundas mudanças na paisagem por meio do intenso desmatamento relacionado às atividades madeireiras e agropecuárias. Desse modo, considerando as significativas diferenças no uso dos recursos hídricos e os impactos ambientais sobre os mesmos, por diferentes agentes sociais, especialmente os atores envolvidos nos setores da pecuária e da agricultura de grãos na Amazônia Oriental. Pretendeu-se identificar e avaliar os fatores condicionantes que influenciam no comportamento de produtores rurais atuantes nas bacias dos igarapés Cinquenta e Quatro e Sete, em Paragominas (PA). Nesse contexto, procurou-se verificar se esses atores utilizam técnicas agropecuárias apropriadas nos sistemas de produção adotados, incluindo o manejo do solo, e se possuem alguma preocupação pró-ativa na conservação dos igarapés amazônicos que drenam suas propriedades, e em particular na manutenção da qualidade dessas águas. Dados secundários de qualidade da água e da dinâmica do uso da terra dessas bacias embasaram o presente trabalho, tendo sido relacionados com as práticas agropecuárias e o manejo do solo adotados pelas propriedades rurais estudadas. Foram identificados alguns fatores condicionantes que influenciam no manejo praticado nas propriedades rurais, determinando as mudanças de uso da terra e de cobertura vegetal nas bacias avaliadas, e que resultam em impactos diferenciados sobre a qualidade da água nos cursos d'água. Esses fatores condicionantes são: (1) a ocupação da terra e padrões de manejo da propriedade rural adotado pelos diferentes agentes sociais atuantes nas bacias; (2) o descumprimento da legislação ambiental que institui uma política de preservação dos recursos naturais, sobretudo, dos recursos hídricos; (3) os interesses econômicos, que priorizam produtividade e lucratividade imediata, em detrimento da sustentabilidade do capital natural água; e (4) as tecnologias agropecuárias ditas conservacionistas, que não estimulam uma visão integrada entre os diferentes componentes da paisagem, desconsiderando impactos sobre os recursos hídricos. Conclui-se, desse modo, que a qualidade da água nas bacias do Igarapé Cinquenta e Quatro e do Igarapé do Sete está comprometida, principalmente, pelas práticas agropecuárias e manejo das propriedades adotadas pelos produtores. Dentre os fatores identificados, destaca-se que a adoção ou não adoção das técnicas conservacionistas, quando não acopladas a uma visão integrada dos componentes ambientais, teve pouca influência sobre a preservação dos recursos hídricos nas bacias analisadas, assim como, de maneira geral, áreas de preservação permanente não são respeitadas. A consequência observada, sob a ótica da legislação brasileira, é o comprometimento do uso múltiplo da água nas bacias estudadas.

Palavras-chave: Uso da terra; qualidade da água; práticas agropecuárias; manejo conservacionista do solo; Amazônia Oriental.

ABSTRACT

Concerning water scarcity the Brazilian Amazon is a privileged region as Amazon Basin presents high precipitation rates and is the largest river basin in the world (6,925,000 km²), in which almost 63% of the area is situated in Brazil. However, its water quality is in dangerous nowadays, due to an accelerated process of occupation of Eastern Amazon that was initiated in 1958 with the building of Belém-Brasília highway, and that has promoted great landscape changes related to timber and agriculture activities. Considering the significant differences in the water resources use and environmental impacts on them, related to different social agents, specifically those of cattle farm and grain crops in Eastern Amazon, we designed a research to identify and evaluate the conditioning factors which influence farmers behaviors of Cinquenta e Quatro and Sete streams catchments in Paragominas (PA). In this context, we tried to verify if this social actors use appropriated agriculture practices in the production systems that they have adopted, including the soil management, and if they have any proactive worry for the Amazonian streams conservation that run through their lands, especially water quality maintenance. Secondary data of water quality and land use dynamic in these watersheds has supported this work research by being related to agriculture practices and soil management adopted in the studied farms. Some conditioning factors that influence farm management have been identified as those that promoted land use and land cover changes in the studied small catchments resulting in different level of impacts to water stream quality. These factors are: (1) land occupation and farm management patterns adopted by the different social agents in the watersheds; (2) the disobedience to environmental law that says about natural resources preservation policies, especially water resources; (3) the economic interests that prioritizes fast productivity and profitability over the sustainability of natural capital water; and (4) the called conservationist agriculture techniques that do not stimulate a integrated vision among the different landscape components and that do not consider impacts to water resources. We conclude that water quality in Cinquenta e Quatro and Sete streams catchments is mainly threatened by the agriculture practices and land management that have being done by the farmers. Among the identified factors we highlighted that the adoption or no adoption of conservationist techniques, when these ones are not coupled with an integrated vision of environmental compartments, have little influence to water resources in the studied catchments, as in a general way law conservation areas are not being respected. Through environmental Brazilian law view, the observed consequence is that the multiple water use in these catchments is threatened.

Key words: Land use; water quality; agriculture practices; conservative soil management; Eastern Amazon.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	REVISÃO DE LITERATURA	09
2.1	RECURSOS HÍDRICOS	09
2.2	GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	15
2.3	TÉCNICAS AGROPECUÁRIAS CONSERVACIONISTAS DO SOLO	17
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
3.1	ÁREA DE ESTUDO	25
3.2	ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS	26
3.3	ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	28
4	MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1	COLETA DE DADOS	34
4.2	SELEÇÃO DA AMOSTRAGEM E UNIVERSO DA PESQUISA	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS NAS BACIAS ESTUDADAS	38
5.1.1	Caracterização das propriedades rurais da bacia do igarapé Cinquenta e Quatro	38
5.1.1.1	Fazenda A	38
5.1.1.2	Fazenda B	42
5.1.1.3	Fazenda C	45
5.1.2	Caracterização das propriedades rurais da bacia do igarapé do Sete	47
5.1.2.1	Fazenda D	47
5.1.2.2	Fazenda E	50
5.1.2.3	Fazendas F, G e H	52
5.2	PARÂMETROS INDICATIVOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA ÁREA DE ESTUDO	58
5.2.1	Oxigênio Dissolvido	59
5.2.2	Condutividade Elétrica	63
5.2.3	pH	67
5.2.4	Turbidez	69
5.3	FATORES CONDICIONANTES DAS RELAÇÕES DAS PROPRIEDADES RURAIS COM OS IMPACTOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS ESTUDADAS	72
6	CONCLUSÕES	82
7	REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira tem passado por transformações significativas em vários aspectos de sua infra-estrutura, socioeconomia, política e estrutura sócio-cultural nos últimos cinqüenta anos. Nos anos 80, estudos acadêmico-científicos já apontavam os desdobramentos ocorridos na Amazônia, das políticas de desenvolvimento do Estado, revelando os drásticos impactos sócio-ambientais ligados à questão fundiária, ao desmatamento e queimadas, à expansão da fronteira agrícola, aos desalojados por barragens, dentre outros temas, afetando, sobretudo, as populações locais (CASTRO, 2004). Entretanto, o debate a respeito de tais desdobramentos ganhou maior força nos anos 90, com a Conferência Eco-92 organizada pela ONU, no Rio de Janeiro, em 1992, a qual tinha como foco principal as idéias do *Desenvolvimento Sustentável*.

Por sua vez, dentre os recursos naturais, os recursos hídricos que têm sido um dos mais citados no cenário mundial. Isso se deve ao fato desse recurso remeter a questões de sobrevivência das populações humanas, e daí levantar-se a problemática do consumo *versus* a conservação, constituindo-se a água um bem vital, e sua escassez como recurso renovável. Outro aspecto a ser considerado, nesse contexto, é a valorização do capital natural, atribuindo-se aos recursos hídricos valores geopolíticos, passíveis até mesmo de conflitos internacionais (BECKER, 2003).

A possibilidade de escassez da água, como já ocorre nos países do Oriente Médio, por exemplo, se tornou um agravante de tal relevância, que se estipulou a mesma, valor estratégico semelhante ao petróleo denominando-a como o *ouro azul* (BECKER, 2003). Na verdade, essa preocupação procede no sentido de que a idéia de abundância dos recursos hídricos, por muito tempo, estimulou a cultura do desperdício.

Estima-se, no Brasil, por exemplo, que o desperdício de água pode chegar a 45% do volume ofertado à população, o que representa cerca de 3,78 bilhões de metros cúbicos de água por ano (SETTI, 2003). A idéia de abundância é totalmente incompatível com a estimativa que estabelece o percentual de 2,5% de água doce, correspondente ao total de massa líquida no planeta, localizado em aquíferos e outros reservatórios, como pântanos, por exemplo. Já o percentual de água potável pronto para o consumo é de apenas 0,3% (INSTITUTO SÓCIOAMBIENTAL, 2005).

Outra questão é que “a expressão mais evidente da valorização da natureza como capital natural, é o processo de sua mercantilização” (BECKER, 2003). Um exemplo significativo desse processo é a Turquia, situada à montante dos rios Eufrates e Tigre, região

onde é economicamente dominante, que tenta utilizar a água prioritariamente em seu proveito (BECKER, 2003).

Outra questão fundamental está relacionada à crescente disputa por múltiplos usos dos recursos hídricos. Nesse caso, o consumo e uso de água nos diversos setores sociais e econômicos, como no âmbito doméstico, na indústria, na agricultura, na navegação e pesca, na geração de energia, na mineração, no turismo, etc., vem crescendo intensamente em função da complexidade das numerosas formas de produção, urbanização, consumo, entre outros aspectos.

Os fenômenos que afetam os recursos hídricos ocorrem de maneira diferenciada, bem como sua distribuição geográfica no planeta é desigual. A Amazônia Brasileira, por exemplo, encontra-se em uma posição privilegiada no cenário de escassez da água, pois a bacia Amazônica detém a maior extensão de rede hidrográfica do planeta (6.925.000 km²), abrangendo territórios de sete países sul-americanos, sendo que cerca de 63% de sua área está localizada no Brasil.

Todavia a abundância e a qualidade desses recursos encontram-se ameaçadas, uma vez que, desde a construção da BR-010, a rodovia Belém-Brasília, em 1958, iniciou-se o processo de ocupação acelerada da Amazônia Oriental, com a modernização de uma infraestrutura técnica, trazendo profundas mudanças como o intenso desmatamento caracterizado pelas atividades madeireiras e agropecuárias (MACHADO, 2002).

Hoje a Amazônia brasileira encontra-se em uma fase de ocupação, na qual os incentivos fiscais têm um papel reduzido e a rentabilidade de atividades extrativistas (extração madeireira) e agropecuárias estão impulsionando a expansão e a transformação da fronteira (MARGULIS, 2003; MATTOS; UHL¹, 1994 *apud* ALENCAR *et. al*, 2004). Dentre as três atividades responsáveis pelo desmatamento na Amazônia, tais como a pecuária, a agricultura familiar e, recentemente, a agricultura mecanizada de grãos, a conversão da floresta em pastagens tem sido a principal causa do desmatamento e uma das principais formas de “desmatamento ilegal”, especialmente quando utilizado de forma especulativa (ALENCAR *et. al*, 2004).

A criação extensiva de gado, principalmente em médias e grandes propriedades, tem experimentado um contínuo incremento ao longo da última década e é responsável por aproximadamente 75% das florestas desmatadas nesta região, resultando na degradação de seus solos (UHL *et al*, 1990; SERRÃO; TOLEDO, 1990). Entre 1990 e 2001, o rebanho

¹ MATTOS, M. M.; UHL, C. Economic and ecological perspectives on ranching in the Eastern Amazon. **World Development**, 22 (2), p. 145-158, 1994.

bovino da Amazônia Legal praticamente duplicou, passando de 26 milhões para 52 milhões de cabeças, apresentando uma taxa de crescimento média de 6% ao ano (ALENCAR *et. al*, 2004).

Devido ao aumento da demanda externa por carne bovina, aliada aos bons preços do produto no exterior, aos incentivos para a exportação, e ainda a recente retirada das principais regiões produtoras de gado do estado do Pará, da zona de risco da febre aftosa; as regiões sul e sudeste deste estado, por exemplo, têm se tornado aptas a comercializarem a carne que produzem, não só no mercado do Centro-Sul do país, mas também no mercado internacional.

Assim, a produção de carne voltada para o exterior expande-se atualmente na Amazônia com uma força econômica muito maior, o que pode ter um importante reflexo no aumento das taxas de desmatamento nos próximos anos (ALENCAR *et al*, 2004).

Dessa maneira, a Amazônia segue uma trajetória de avanço da fronteira agrícola que se diferencia em termos de forma de ocupação. Uma distinção importante deve ser feita entre as fronteiras dominadas pela agricultura familiar e aquelas sob o predomínio das atividades empresariais, sejam elas a pecuária ou a agricultura mecanizada. Esses dois tipos de fronteira têm dinâmicas de expansão e de desmatamento muito diferentes e necessitam de políticas de intervenção distintas (NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999).

Nesse aspecto, para elucidar tais dinâmicas e contribuir para o entendimento dos distintos processos de uso da terra, é necessário estudar como se configuram as fronteiras de ocupação, revelando seus estágios de ocupação, os principais usos e seus impactos, a estrutura fundiária, mas, sobretudo, o papel dos principais agentes sociais.

Quanto à agricultura familiar, existem várias estimativas sobre a contribuição de pequenos produtores e agricultores familiares para o desmatamento da Amazônia brasileira. Dados mais recentes do Censo Agropecuário do IBGE de 1995/96 indicam que proprietários de até 100 hectares de terras, considerado o tamanho de propriedade padrão para fins de colonização, são responsáveis por apenas cerca de 18% do desmatamento. Entretanto, tal contribuição da agricultura familiar para o desmatamento pode variar dependendo da região analisada (WALKER² *et al.*, 2000 *apud* ALENCAR *et. al*, 2004).

Na agricultura mecanizada e empresarial, o crescimento da produção de grãos na Amazônia, principalmente da soja, tem sido apontado como um dos motivos para o aumento recente das taxas de desmatamento. No caso da soja, a influência sobre o desmatamento é, ainda, indireta. A expansão da cultura tem acontecido fundamentalmente em pastagens já

² WALKER, R.; MORAN, E.; ANSELIN, L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: External capital and household processes. **World Development**, 28(4), p. 683-699, 2000.

formadas e produtivas, ou em pastagens degradadas, e mesmo naquelas já abandonadas, situações onde o custo de implantação da atividade agrícola é menor. No entanto, ao ocupar pastagens, a soja acaba por pressionar a expansão da atividade pecuária para áreas com florestas. Somente no Estado do Mato Grosso, o maior produtor de soja da região, foi registrado um aumento da produção de 7,4 para 13,2 milhões de toneladas entre os anos de 1999 e 2003. Nesse período, a expansão da área plantada com soja chegou a 16 mil km² (ALENCAR *et. al*, 2004).

Embora a soja tenha tradicionalmente ocupado áreas de cerrado, há um movimento que possibilita a conversão direta de áreas de florestas da Amazônia em campos de soja. O aumento da demanda pela soja, nos mercados nacional e internacional, tem levado, em municípios onde essa cultura já está estabelecida, à expansão da área plantada para áreas recém-desmatadas. Muitas vezes o hectare de floresta pode ser bem mais barato do que o de pasto, podendo assim compensar a conversão direta da floresta em lavoura de soja (ALENCAR *et. al*, 2004).

Desse modo, para subsidiar as políticas de gerenciamento dos recursos naturais, no sentido de conter o desmatamento e suas conseqüentes perturbações sócio-ambientais, incluindo a ameaça à qualidade dos recursos hídricos, faz-se necessário a compreensão dos diversos mecanismos de uso da terra, pelos principais atores sociais envolvidos. E para tal, a análise da diferenciação dos impactos ambientais sobre os recursos hídricos por esses atores precisa ser realizada a partir da “conjugação dos problemas do uso da terra e da água, não em função de um desses recursos, mas sim, do seu conjunto” (EMMERICH; MARCONDES, 1975).

Nesse contexto, a problematização desta pesquisa passa pela discussão de que a questão da água reside em fatores sócio-ambientais, no modo de sua utilização e consumo, assim como de todas as demais questões associadas à gestão desse recurso natural. Nas áreas rurais, isso está inerentemente ligado à dinâmica de uso da terra, cujo Andreoli e Souza (1991) afirmam que “a água é um elo entre os diversos componentes do ambiente com a atividade antrópica, caracterizando-se como um recurso natural, cuja existência e qualidade depende de como os outros estão sendo manejados”.

Recentemente, iniciou-se na Amazônia Oriental, após um período de predominância da exploração madeireira e da pecuária extensiva, a implementação de cultivo de grãos, em larga escala, em especial o milho, o arroz e a soja, como viabilidade de desenvolvimento rural (FIGUEIREDO, 2003). Entretanto, no município de Paragominas, por exemplo, o crescimento do cultivo de grãos apresenta impactos ambientais, no que se refere à

sustentabilidade dos recursos naturais, comprometendo em especial a conservação de água e solos. Tal fato pode ocorrer tanto por meio dos danos provocados pelo desmatamento, como pela contaminação por fertilizantes e agrotóxicos, ou ainda, pela compactação do solo, dentre outros impactos decorrentes de práticas agropecuárias (FIGUEIREDO, 2003).

O município de Paragominas, localizado na Mesorregião Sudeste Paraense, tem sido alvo de pesquisas científicas que visam avaliar a extensão e a gravidade dos conseqüentes danos ambientais provenientes da agricultura comercial e da pecuária, uma vez que este município está sendo apontado como um dos maiores pólos agropecuários do Estado. Essas investigações vêm utilizando as bacias hidrográficas como unidades de análise. Venturieri *et al* (2005) justificam que, para melhor compreensão dos mecanismos do uso da terra e sua interferência direta sobre os recursos hídricos é mais adequado utilizar-se como unidade espacial de trabalho as pequenas ou microbacias hidrográficas. Segundo ele, estas representam “unidades sistêmicas que permitem o conhecimento das interrelações dos fluxos de energia, matéria e de informações dos diversos fatores envolvidos no processo produtivo, com vistas a compatibilizar as atividades humanas com a preservação ambiental”.

De acordo com essas considerações, Venturieri *et al* (2005) realizaram estudos no recorte topográfico a montante da bacia do igarapé Cinquenta e Quatro. Os estudos revelaram que, entre os períodos de 1996 e 2004, o processo de ocupação esboçado nesta área desde os anos 70, com a formação de pastos em áreas de floresta, vem diminuindo e sendo substituídos e/ou paralelamente mantidos junto aos novos padrões de uso. Esses padrões são configurados pela exploração madeireira e, mais recentemente, pelo cultivo de grãos em larga escala com elevado nível tecnológico. Esses estudos também avaliaram a relação entre a área ocupada pela floresta e a distância dos rios. Pôde-se observar que no ano de 1996 existia cerca de 20,7 km² de floresta até 1.000 m de distância dos rios, passando para cerca de 1,2 km² de floresta, no ano de 2004. Isso revela a drástica redução da mata ciliar a qual favorece não somente o processo erosivo, mas, sobretudo, o escoamento superficial e subsuperficial das águas.

Figueiredo (2003) conduz atualmente pesquisa junto à EMBRAPA, o Projeto Agrobacias Amazônicas, que avalia a dimensão dos danos ambientais provocados por práticas agropecuárias nos fluxos biogeoquímicos e na contaminação do bioma amazônico nas bacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e Igarapé do Sete, localizadas em Paragominas.

Segundo o autor:

Quando os agrotóxicos são introduzidos, os recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, aparecem como o principal destino final destes. Na maioria das vezes, a concentração dos pesticidas em água é baixa, em parte por serem, geralmente, pouco solúveis e em parte devido ao efeito de diluição. Entretanto, mesmo nestas concentrações, tais produtos representam riscos para algumas espécies de organismos aquáticos, que podem concentrá-las em até mil vezes (*FERRACINI³ et al., 2001 apud FIGUEIREDO, 2003, pg. 5*).

Figueiredo (2003) ressalta que o processo de desmatamento, em função das atividades agropecuárias.

Altera a disponibilidade e a ciclagem de nutrientes nos solos e, desta maneira, a transferência destes até os corpos d'água. Uma grande diversidade de animais aquáticos, particularmente, os peixes de água doce utilizam os pequenos rios da Amazônia. Muitos destes apresentam padrões de ciclos de vidas e de migrações sazonais que são ligados intimamente às inundações anuais e à localização das áreas de produção de algas (pg. 5).

Ou seja, as alterações provocadas pela dinâmica do uso da terra podem afetar diretamente os ecossistemas aquáticos e diminuir os recursos pesqueiros, por exemplo.

Figueiredo (2003) também afirma que na porção superior da bacia do igarapé Cinquenta e Quatro, ocupada por floresta impactada, vegetação secundária, pastagens e campos agrícolas de arroz, milho e soja, ocorre aumento das concentrações de nutrientes. Principalmente de nitrato e amônio, em função dos efeitos do uso da terra nesta área, provocando alterações significativas na qualidade dos recursos hídricos, incluindo queda na concentração de oxigênio na água. Ele observa também que os processos internos nesses ecossistemas aquáticos também contribuem para alteração das taxas de nutrientes, uma vez que a concentração do oxigênio dissolvido também decresce em função de represas construídas nas propriedades rurais, e a concentração de nitrato segue o mesmo padrão.

Watrin (2004), por sua vez, também em projeto da EMBRAPA, avalia espacialmente a dinâmica das alterações antrópicas na paisagem do igarapé Cinquenta e Quatro e igarapé do Sete e reforça estudos de Venturieri *et al* (2005), revelando que ainda predomina a pecuária e o corte seletivo de espécies nesta área, mas também vem crescendo a agricultura de grãos, além do registro de ocupação urbana.

³ FERRACINI, V.L., PESSOA, M.C.Y.P., SILVA, A.S., SPADOTTO, C.A. A análise de risco de contaminação das águas subterrâneas da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v.11, p.1-6, 2001.

Segundo os estudos acima citados, que apoiaram o presente trabalho, a intensificação e diversificação dos usos do solo nessas bacias também têm provocado implicações ambientais que afetam diretamente o uso múltiplo da água. A ocupação crescente sem adequado ordenamento do uso da terra, tais como a construção de represas por proprietários rurais, para uso doméstico, dessedentação de bovinos e geração de energia elétrica, bem como a ocupação urbana e um deficiente e/ou inexistente sistema de saneamento básico, comprometem, sobretudo, os valores sociais de sobrevivência humana, levantando questões como inacessibilidade social e a gestão dos recursos hídricos.

Tais estudos sobre a evolução da dinâmica de uso do solo e sobre as transferências de nutrientes e carbono dos solos para os corpos d'água nas bacias hidrográficas do Igarapé Cinqüenta e Quatro e do Igarapé do Sete, tributários do rio Uraim e localizados no município de Paragominas (PA), na Amazônia Oriental, determinaram a execução dessa pesquisa na referida área de estudo. A área geográfica selecionada para essa investigação se deu em função da expansão das atividades de pecuária e a agricultura de grãos nessas bacias, bem como impactos relevantes identificados na qualidade de suas águas.

Desse modo, considerando as significativas diferenças no uso dos recursos hídricos e conseqüentemente, nos impactos ambientais sobre os mesmos, por diferentes agentes sociais, especialmente os atores envolvidos com a pecuária e a agricultura de grãos na Amazônia oriental. Pretendeu-se investigar nessa dissertação, quais são os fatores condicionantes que influenciam no padrão de comportamento de produtores de grãos e pecuaristas da região estudada. Em especial, se esses atores estão utilizando técnicas agropecuárias, que incluem o manejo do solo nos sistemas de produção que adotam, com alguma preocupação pró-ativa na conservação dos pequenos igarapés amazônicos que drenam suas propriedades, e em particular na manutenção da qualidade de suas águas.

Portanto, as principais questões investigadas por essa pesquisa foram: (1) Quais são as práticas de manejo das propriedades rurais que predominam nas atividades pecuárias e na agricultura de grãos? (2) São utilizadas e/ou consideradas o uso de técnicas conservacionistas nos sistemas de produção adotados? (3) As técnicas conservacionistas adotadas visam à conservação dos recursos hídricos e a qualidade das águas dos igarapés? (4) Quais as principais razões que levam pecuaristas e produtores de grãos a adotarem ou não técnicas conservacionistas desenvolvidas para atender as estruturas comerciais de produção com sustentabilidade econômica e ecológica?

Analisando tais questões, essa dissertação de mestrado pretende compreender como se dão as práticas de uso da pecuária e da agricultura mecanizada em propriedades rurais e quais

são os seus impactos ambientais sobre as águas superficiais de duas pequenas bacias hidrográficas no município de Paragominas, estado do Pará. Os resultados do trabalho tratam da caracterização das propriedades rurais investigadas, abordando aspectos sócio-econômicos, a estrutura e situação fundiária das propriedades, o uso múltiplo da água, e as práticas agrícolas, sejam elas convencionais ou conservacionistas, incluindo o manejo do solo.

Além disso, esse trabalho avalia os índices de quatro importantes parâmetros de qualidade da água amostrada em diferentes setores da área de estudo, a saber, as bacias do Igarapé Cinquenta e Quatro e do Igarapé do Sete, obtidos em banco de dados de projetos da EMBRAPA e em literatura disponível, relacionando-os com o uso da terra e as práticas agropecuárias adotadas nas propriedades fundiárias visitadas. Por fim, enfocando a sustentabilidade dos recursos hídricos, considera-se quais são os fatores condicionantes que mais influenciam nas práticas de uso da terra, em propriedades localizadas nas bacias estudadas, no que se refere à adoção de técnicas agropecuárias conservacionistas, assim como à observação da legislação ambiental.

Para responder as perguntas desta pesquisa, o trabalho tem como objetivo geral, estudar os sistemas de produção adotados em propriedades rurais na região de Paragominas e suas relações com a qualidade da água de igarapés em duas pequenas bacias hidrográficas. E os objetivos específicos serão: Caracterizar as práticas de manejo adotadas nos sistemas de produção em propriedades rurais localizadas nas bacias estudadas; Verificar a adoção de práticas agropecuárias conservacionistas pelos produtores de grãos e pecuaristas da área de estudo; Relacionar os sistemas de produção adotados com índices legais de qualidade de água em diferentes trechos dos igarapés das bacias estudadas e identificar os principais fatores condicionantes que levam os pecuaristas e produtores de grãos presentes nas bacias estudadas a adotarem diferentes sistemas de produção e de manejo de suas propriedades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esse capítulo tratará da revisão de literatura abordando os temas mais relevantes discutidos nesse trabalho. Será abordada a questão da qualidade dos recursos hídricos, apresentando os tipos e fontes de poluição, os aspectos legais que tratam da preservação desses recursos, indicando os parâmetros de qualidade da água, os aspectos legais que abordam a importância dada ao uso múltiplo, e a gestão dos recursos hídricos.

A bacia hidrográfica é um tema apresentado nesse capítulo, porque foi selecionada como unidade territorial de análise neste estudo. Portanto, são evidenciados alguns aspectos legislativos que tratam a bacia hidrográfica como uma unidade de análise propícia a subsidiar a implementação da gestão ambiental dos recursos naturais.

Outro tema relevante abordado neste capítulo são as técnicas agropecuárias consideradas conservacionistas; em especial, serão citadas as técnicas identificadas nesse estudo. Desse modo, são apresentadas suas definições, os princípios conservacionistas e suas limitações no que diz respeito à conservação dos recursos naturais, especialmente o solo e a água.

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

Considera-se que os recursos hídricos encontram-se ameaçados devido ao aumento das cargas poluidoras, urbana e industrial, uso inadequado do solo, erosão, desmatamento, uso inadequado de insumos agrícolas, e mineração. Esses fatores, associados à distribuição anual de chuvas e às características climáticas, levam a danos ambientais sobre os recursos hídricos, dentre os quais se destacam o aumento da carga de sedimentos e a contaminação orgânica e química das águas (BRASIL, 1998).

A poluição das águas se dá pela entrada de substâncias que alteram as características físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas aquáticos, a ponto de comprometerem os usos como o abastecimento doméstico e a irrigação, o equilíbrio das comunidades aquáticas, etc.

As fontes de poluição podem ser: (1) *pontual, ou seja, a poluição decorrente de ações modificadoras localizadas*, como por exemplo, a desembocadura de um rio ou efluentes de uma estação de tratamento de esgotos domésticos ou industriais; (2) e *difusa, que se dá pela ação das águas da chuva ao lavarem e transportarem material particulado ou dissolvido, nas suas diversas formas, sobre a superfície do terreno (urbano ou não) para os corpos*

receptores. Esta última fonte de poluição é o caso, por exemplo, dos resíduos provenientes de atividades agropecuárias (PARÂMETROS..., 2007).

É nesse contexto que se observam os avanços nos dispositivos legais que tratam a questão dos recursos hídricos, no sentido de aperfeiçoar os mecanismos institucionais em favor de uma gestão racional e compartilhada dos recursos hídricos.

A Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal brasileiro é de fundamental importância à preservação dos recursos hídricos, uma vez que esta Lei estabelece as Áreas de Preservação Permanente, como as áreas de florestas e demais formas de vegetação, nativa ou não, situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de cinquenta metros de largura; etc. com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 1965).

Essa Lei determina que a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividade e projetos de utilidade pública ou interesse social; assim como as ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade (BRASIL, 1965)..

O Código Florestal também estabelece as áreas de Reserva Legal, consideradas áreas localizadas no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas; obtendo, no mínimo oitenta por cento, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal. Essa Lei também determina que a vegetação da Reserva Legal não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos no regulamento (BRASIL, 1965)..

A Lei nº 9.433 de 1997, conhecida como a Lei da Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos-PNRH, baseia-se nos fundamentos que consideram a água como um bem de domínio público, porém um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Entretanto, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o

consumo humano e a dessedentação de animais. A PNRH também considera que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

Dois de seus objetivos visam assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, assim como a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Desse modo, essa Lei estabelece alguns instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos, tais como, o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, que tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Porém ressalta-se, em parágrafo único, *que a outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes* (BRASIL, 1997).

Outro instrumento é o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Nesse contexto, há atenção para com a questão da qualidade da água, visando assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Esse instrumento foi definido com a Resolução CONAMA nº 20/86, a qual estabelece a classificação das águas, segundo seus usos preponderantes, para assegurar seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos (BRASIL, 1986), conforme quadro 01.

CLASSE	USOS
Águas Doces Classe Especial	a) abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas á alimentação humana.
Classe 2	a) abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); d) irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e) criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 3	a) abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) dessedentação de animais.
Classe 4	a) navegação; b) harmonia paisagística; c) usos menos exigentes.
Águas Salinas Classe 5	a) recreação de contato primário; b) proteção das comunidades aquáticas; c) criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 6	a) navegação comercial; b) harmonia paisagística; c) recreação de contato secundário.
Águas Salobras Classe 7	a) recreação de contato primário; b) proteção das comunidades aquáticas; c) criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 8	a) navegação comercial; b) harmonia paisagística; c) recreação de contato secundário

QUADRO 01: Classificação das águas, segundo seus usos preponderantes, conforme legislação federal.

Fonte: Resolução CONAMA nº 20, 18 de junho de 1986.

A Resolução CONAMA nº 357/05 também dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

A importância desse dispositivo legal se dá pelo estabelecimento do conjunto de parâmetros e seus limites selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento, para controlar o estado de qualidade da água.

Os principais parâmetros físicos de qualidade das águas são: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. Os químicos são: pH (acidez e alcalinidade), dureza, metais (ferro e manganês), cloretos, nitrogênio (nutriente), fósforo (nutriente), oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes orgânicos e micropoluentes inorgânicos, como os metais pesados (zinco, cromo, cádmio, etc). Já os parâmetros biológicos são analisados sob o ponto de vista de organismos indicadores, algas e bactérias (PARÂMETROS..., 2007).

A análise de determinados parâmetros indica as fontes poluidoras das águas e permite esclarecer a respeito dos impactos ambientais sofridos nesses corpos d' água.

A determinação do oxigênio dissolvido, por exemplo, é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, já que é indispensável para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático (DEBERDT, 2007).

Schiavetti (2007) diz que naturalmente existem duas fontes de oxigênio para os sistemas aquáticos: o primeiro é a atmosfera e o segundo é a fotossíntese, realizada pelos seres vivos. Por isso a medida de oxigênio é muito importante para se determinar o estado de saúde do sistema, pois quando se tem baixa concentração de oxigênio é provável que haja algum problema com o ecossistema em questão.

Por exemplo, o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas em esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d' água são decompostos por microorganismos, que utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, assim como de nutrientes, que promovam um maior crescimento no número de microorganismos decompositores, ocorre, conseqüentemente, um maior consumo de oxigênio (DEBERDT, 2007).

Desse modo, o oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos orgânicos ou de nutrientes, tanto de fontes pontuais como de não-pontuais.

O parâmetro de condutividade elétrica está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. “Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis

pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos” (DEBERDT, 2007).

Deberdt (2007) também afirma que “as substâncias como os alvejantes (água sanitária), por exemplo, possuem íons de cloro, que ao serem lançados no sistema eleva a condutividade”. Altos índices de condutividade elétrica indicam altas taxas de decomposição de matéria orgânica, que pelo processo de mineralização libera nutrientes no meio. Assim a condutividade é um parâmetro que avalia a concentração de nutrientes ou mesmo indícios de poluição da água devido à carga excessiva de nutrientes.

Porém, ressalta-se que o parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem, ocasionados por lançamentos de resíduos industriais e de esgoto doméstico, rejeitos de mineração, lixiviação de fertilizantes agrícolas, etc. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), níveis de condutividade superiores a $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ indicam, em geral, ambientes impactados. Já a Resolução CONAMA não estabelece índices para condutividade.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Essa redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc (CETESB, 2007).

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas e o carreamento de partículas sólidas para o leito desses rios é um exemplo de fenômeno, que resulta em aumento da *turbidez* das águas. Nas estações de tratamento de águas, para diminuição da turbidez na água a ser distribuída para abastecimento são necessárias manobras operacionais como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, (CETESB, 2007).

Segundo a CETESB, este parâmetro é importante para identificar impactos ambientais, como a erosão de solos agrícolas, por exemplo. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico desse fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade (SCHIAVETTI, 2007).

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. As águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. Às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. O pH das águas subterrâneas e superficiais reflete o tipo de solo e rocha de uma bacia hidrográfica. Solos ácidos, ricos em matéria orgânica, como a maioria dos encontrados em áreas preservadas na Amazônia, determinam águas relativamente ácida. Em áreas de paisagem mais antropizada, como as cidades e pólos industriais, esse parâmetro, quando indica valores muito ácidos ou muito alcalinos, está geralmente associado à presença de despejos industriais (SCHIAVETTI, 2007).

2.2 GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

O Gerenciamento Ambiental é um instrumento da gestão ambiental que visa “regular na prática operacional o uso, controle, proteção e conservação do ambiente e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política Ambiental” (LANNA, 2000).

Lanna (2000) também afirma que um método de gerenciamento ambiental que vem sendo amplamente utilizado adota a bacia hidrográfica como unidade geográfica de planejamento e intervenção, ao contrário de serem adotadas unidades de caráter político-administrativo como o Estado e Município.

A importância desta unidade de análise para subsidiar a implementação da gestão ambiental dos recursos naturais é evidenciada em alguns aspectos legislativos ambientais.

O gerenciamento de bacias hidrográficas, por exemplo, é o instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade, no longo prazo, no controle do uso dos recursos

ambientais, naturais, econômicos e socio culturais pelo homem, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Uma das variantes do Gerenciamento de Bacia Hidrográfica pode ser encontrada nos Programas de Manejo de Microbacia Hidrográfica (LANNA, 2000).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) fundamenta que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Da mesma forma, dentro do arcabouço legal dos recursos hídricos, há a formação dos Comitês de Bacias hidrográficas, os quais têm dentre outras, as atribuições de: promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia (instrumento de gerenciamento ambiental); estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo (BRASIL, 1998).

Outra forma de operacionalizar o gerenciamento dos recursos hídricos é a realização do manejo integrado de bacias hidrográficas (MIBH). Sua definição mais moderna diz que se “trata de uma ciência ou arte que trata da gestão para se conseguir o uso apropriado dos recursos naturais em função da intervenção humana e suas necessidades, proporcionando ao mesmo tempo a sustentabilidade, a qualidade de vida, o desenvolvimento e o equilíbrio do meio ambiente”. (FAUSTINO⁴ 1996, apud GAMA, 2007).

Neste contexto, também há uma proposta denominada de plano de manejo integrado de bacias hidrográficas. Esta proposta visa.

O uso dos recursos naturais para fins múltiplos conjuntamente com a ocupação ordenada dos ecossistemas, respeitando-se sua capacidade de suporte e suas aptidões, atentando para a prevenção, correção e mitigação de prováveis impactos ambientais indesejáveis sob o ponto de vista econômico, social e ecológico (SOUZA; FERNANDES⁵, 2000 apud GAMA, 2007).

⁴ FAUSTINO, J. Planificación y Gestión de Manejo de Cuencas. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

⁵ SOUZA, E. R. de; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.15-20, nov./dez. 2000.

Os planos de manejo de bacias podem ser compreendidos como "instrumentos e diretrizes para ordenar ações que requerem uma bacia hidrográfica, com a finalidade de se alcançar um uso sustentável de seus recursos". (FAUSTINO 1996, apud GAMA, 2007).

A utilização da bacia como unidade de análise no processo de gestão da água está relacionada ao fato da bacia hidrográfica ser entendida como.

Uma área com limites topográficos definidos, onde todos os componentes da paisagem interagem: atmosfera e vegetação, plantas e solo, rocha e água subterrânea, cursos d'água ou lagos e suas áreas circundantes, bem como está sujeita a políticas e ações que não se limitam aos cursos naturais das águas, mas abrange o conjunto da população e das atividades exercidas, podendo estender-se por várias escalas espaciais, desde pequenas bacias, de 100 a 200 km² até grandes bacias hidrográficas, com 3.000.000 km² (MACHADO, 2001; TUNDISI, 2003).

Os principais componentes das bacias hidrográficas como solo, água, vegetação e fauna coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e aquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo. Nesse sistema, os recursos hídricos constituem-se indicadores dos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes.

Por esse motivo, as bacias e sub-bacias hidrográficas vêm se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços rurais e urbanos, tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual se compatibilizam atividades econômicas com qualidade ambiental (SOUZA e FERNANDES, 2000 apud GAMA, 2007).

2.3 TÉCNICAS AGROPECUÁRIAS CONSERVACIONISTAS DO SOLO

O desenvolvimento das técnicas conservacionistas do solo emerge da necessidade de buscar a sustentabilidade dos recursos naturais, especialmente os não-renováveis como o solo e a água. O manejo convencional do solo vem provocando o agravamento da erosão, responsável pela degradação dos solos férteis, dos recursos hídricos e perda de biodiversidade.

É nesse contexto que se configura o desafio de criar sistemas de produção dentro dos princípios da *agricultura sustentável*, conceitualmente entendida como o tipo de "agricultura que busca estabelecer, permanentemente, uma produtividade alta do solo, de tal forma a

conservar e restabelecer um meio ambiente ecológico equilibrado” (SATURNINO; LANDERS, 1997).

As premissas básicas para sustentabilidade agropecuária tendo como enfoque o Brasil são: necessariamente a recuperação de áreas degradadas por lavoura ou pecuária, a preservação ambiental, e o aumento da competitividade. Por outro lado, tendo como enfoque o produtor rural, é necessário considerar a redução dos custos de produção, a agregação de valores, e o uso intensivo da área, principalmente com a lavoura ou criação animal mantendo altas produtividades (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

Alguns dos sistemas de produção que se adequam a integração dessas premissas de sustentabilidade, principalmente na questão do agronegócio de grãos e da pecuária, são o Plantio Direto e a Integração Lavoura-Pecuária, através do consórcio, sucessão e rotação de culturas anuais com forrageiras.

Esses sistemas têm potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, a quebra do ciclo de pragas, doenças e plantas daninhas, aumentando o potencial produtivo de grãos e forragem. Entre estes sistemas citam-se o Plantio Direto, o Sistema Barreirão e o Sistema Santa Fé. Os sistemas de manejo rotacionado extensivo e intensivo de pastagem também têm sido boas alternativas para melhorar a sustentabilidade das pastagens.

Plantio Direto

A técnica do Plantio Direto (PD) se iniciou no Brasil no início da década de 70, em decorrência de trabalhos de ingleses e norte-americanos, a partir do surgimento do primeiro herbicida de contato⁶, o Paraquat. Com o aperfeiçoamento dos herbicidas, este sistema se expandiu até alcançar o domínio pleno da tecnologia. Hoje, estima-se que o Brasil já cultive cerca de 12 milhões de hectares no PD. (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

Esse sistema consiste num tipo de plantio em que o solo sofre o mínimo distúrbio possível, onde o plantio é feito diretamente sobre a resteva da lavoura anterior e sobre as ervas

⁶ Controlam apenas a porção de tecido fotossintetizante que for pulverizada pelo produto (não translocam no sistema vascular ou translocam muito pouco) e não são eficientes para eliminar plantas rizomatosas e com tubérculos, pois exigem várias aplicações para controlar rebrotes. Por outro lado mostram efeito na planta mais rapidamente. Como exemplos de princípios ativos, temos o BENTAZON, o DIQUAT e o GLUFOSINATO. (KUHN, Maristela, 2007).

daninhas, previamente dessecadas por herbicidas de contato ou sistêmicos⁷, não-tóxicos ao meio ambiente, segundo Chaves (*apud* SATURNINO; LANDERS, 1997).

Essa técnica dispensa o preparo tradicional do solo, com gradagem e aração e desenvolve o plantio direto de sementes ou mudas e adubagem, mantendo praticamente intacta a cobertura morta de resíduos de colheitas anteriores e a dessecação das ervas daninhas. (SATURNINO; LANDERS, 1997).

Em comparação com o sistema convencional, o PD apresenta alguns benefícios ambientais em relação às propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. A redução da erosão, sua principal característica, favorece diretamente a propriedade e reflete benefícios indiretos ao meio ambiente, embora apresente algumas limitações.

Como o solo fica parcialmente protegido pela resteva e pelas ervas mortas, forma-se uma cobertura de palha por estes resíduos orgânicos, o que proporciona maiores valores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e maiores valores de pH no solo (SATURNINO; LANDERS, 1997).

A formação desta cobertura diminui as chances de desagregação das partículas do solo pelas gotas de chuva, uma vez que a palha intercepta sua energia, além de melhorar a concentração de nutrientes no solo.

No PD também há maiores taxas de infiltração, e conseqüentemente, a redução do volume e vazão de enxurradas, devido o aumento de macroporos do solo, provocado pela maior atividade da macrofauna (SATURNINO; LANDERS, 1997).

Algumas pesquisas desenvolvidas também encontraram no PD teores maiores de umidade e temperaturas mais baixas no solo, assim como maior estabilidade de agregados, melhorando as condições físicas do solo. (SATURNINO; LANDERS, 1997).

O Plantio Direto também favorece a maior atividade biológica do solo em decorrência da estabilidade da umidade e temperatura, além do aumento da matéria orgânica, proporcionando melhores condições orgânicas ao solo. (SATURNINO; LANDERS, 1997).

Segundo Chaves (*apud* SATURNINO; LANDERS, 1997) no PD, as taxas de perda do solo não ultrapassam 5t/ha. Dentro deste aspecto, há uma elevação da produtividade do solo e portanto, o uso de fertilizantes e corretivos é eliminado.

Do ponto de vista da sustentabilidade dos recursos hídricos. Segundo Saturnino e Landers (1997), o melhoramento físico e químico do solo, a menor erodibilidade, o aumento

⁷ São translocados no sistema vascular da planta (o mesmo que transloca a água e nutrientes necessários para o desenvolvimento); agem de forma lenta, requerendo de duas a três semanas para serem totalmente absorvidos. Exemplos: GLIPHOSATO, 2,4-D e IMAZAQUIN. (KUHN, Maristela, 2007).

da infiltração e a não utilização de fertilizantes e corretivos, se reflete positivamente na não poluição dos corpos d' água por via superficial e subterrânea. Por aportes de sedimentos, de nutrientes e agroquímicos, carregados freqüentemente pelo sistema convencional, diminuindo os riscos de assoreamento e o maior escoamento subterrâneo, reduzindo os riscos de enchentes. Entretanto, deve-se observar algumas limitações significativas neste sistema.

Observa-se, por exemplo, que uma das maiores críticas ao PD é o uso intensivo de herbicidas, cujo sistema ganhou impulso com a descoberta e aperfeiçoamento dos herbicidas sistêmicos seletivos⁸ e não-seletivos⁹, garantindo maior eficiência no controle de plantas invasoras. Segundo levantamento detalhado realizado por Bull *et al* (1983 *apud* SATURNINO; LANDERS, 1997), produtores que plantam o milho usam aproximadamente a mesma quantidade de herbicidas no PD, em relação ao sistema convencional.

Outra observação importante é que há um aumento de algumas doenças no PD e por isso, este sistema não deve ser praticado em regime de monocultura. Propõe-se, portanto, uma rotação de cultura equilibrada com o uso de *adubação verde*¹⁰, para neutralizar este efeito (SATURNINO; LANDERS, 1997). Há também o aumento de pragas, como insetos e ácaros, por exemplo, conforme as condições climáticas da região e as melhores condições de reprodução na camada de *mulch*¹¹, ou cobertura morta.

Deduz-se, portanto, que há maior demanda na aplicação de inseticidas e fungicidas, o que pressupõe o transporte de substâncias tóxicas para as redes de drenagem.

Outra questão é que, embora os autores citados acima mencionem as compensações no melhoramento das condições físicas, químicas e biológicas do solo observadas no PD.

⁸ São aqueles que controlam ou suprimem certas espécies de plantas sem afetar outras seriamente. Esta seletividade deve-se, principalmente, a diferenças morfológicas e fisiológicas entre a grama e as ervas daninhas e ao modo de absorção e translocação. Como exemplo deste tipo de herbicida tem-se o 2,4-D, com várias formulações comerciais. (KUHN, Maristela, 2007).

⁹ Controlam qualquer tecido que esteja fotossintetizando, sem seletividade, e são usados para renovação de áreas, tratamentos localizados, ou para bordaduras. Geralmente serão necessárias várias aplicações destes produtos, espaçadas de 2 a 4 semanas. Um dos exemplos mais conhecidos de herbicida total é o GLIPHOSATO. (KUHN, Maristela, 2007).

¹⁰ Pelo conceito clássico a *adubação verde* consiste na prática de se incorporar ao solo massa vegetal não decomposta, de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar a produtividade das terras agricultáveis. Na atualidade, pode-se conceituar a *adubação verde* como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando-se a proteção superficial, bem como a manutenção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, inclusive a profundidades significativas. (Adubação Verde em Solos de Tabuleiros Costeiros. Publicado em 17.05.2002. www.cpatc.embrapa.br).

¹¹ Segundo o Vocabulário de Ciência da Terra, é qualquer material como palha, serragem, que é espalhado no terreno com o objetivo de proteger o solo e as raízes do impacto direto das gotas de chuva e raios de sol, evitando o selamento superficial, evaporação e variação brusca de temperatura. (Cuidados com a Terra-IDACO, 1994. www.fazfacil.com.br/JardimSolos2).

Kluthcouski *et al* (2003) afirmam que, mesmo que o PD dispense o uso de implementos pesados, há a compactação e aumento da densidade do solo, devido à utilização de máquinas nas operações de pulverização, semeadura e colheita.

Wagger e Denton (1989 *apud* KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003) destacam que a massa específica do solo no PD é sempre maior na posição onde passam as rodas do maquinário, reduzindo a porosidade cerca de 21% e, com o tempo, tendem a aumentar nas posições não trafegadas.

Porém, vale ressaltar que, segundo Fernandes *et al* e Reeves (1983 e 1995 *apud* KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003) a massa específica do solo no PD pode vir a diminuir com o passar dos anos, devido ao aumento do conteúdo de matéria orgânica, favorecendo a melhoria da estrutura do solo.

Observa-se também que a técnica do PD não recupera propriedades químicas de solos naturalmente deficientes ou degradados pelo mau uso. Desse modo, Shaxson (1995 *apud* KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003) afirma ser necessário a correção do solo antes de estabelecer o PD, o que envolve a utilização de calcário agrícola por meio da chamada calagem.

Além disso, Balbino *et al* (1996, *apud* KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003) observam que para o PD se desenvolver sem problemas de fertilidade do solo é necessário que o perfil mais intensamente explorado pelas raízes esteja com concentrações significativas de nutrientes, o que naturalmente não ocorre em solos de regiões tropicais.

Portanto, Mullins (1995 *apud* KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003) recomenda a calagem, com a correção potássica e fosfatada em maior profundidade no solo. Assim como, Balbino (1997, *apud* KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003) recomenda, inclusive, que solos com fertilidade natural baixa devem ser cultivados por dois ou mais anos no sistema convencional, para que haja a incorporação de corretivos e alguns nutrientes do solo.

Integração Lavoura -Pecuária

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) vem sendo adotado pelos produtores rurais, que já na década de 60, por exemplo, experimentaram na região do Cerrado o consórcio de arroz de terras altas com algumas espécies de *brachiaria*, com objetivo de tornar mais eficiente o uso da terra e reduzir os custos de formação de pastagens (KLUTHCOUSKI ; STONE; AIDAR, 2003). Alguns dos benefícios apreciados por esse sistema podem ser sintetizados como: (1) agronômicos, pela recuperação e manutenção das características

produtivas do solo; (2) ecológicos, pela redução da biota nociva as espécies cultivadas e conseqüente redução do uso de defensivos agrícolas, além da redução da erosão; e (3) econômicos, pela maior produtividade e menores custos de produção.

Observa-se que os benefícios dessa integração se dão pelas compensações de uma cultura com a outra. Por exemplo, as espécies forrageiras são altamente resistentes à maioria das doenças e pragas advindas das culturas anuais, portanto, podem quebrar o ciclo dos agentes bióticos nocivos às plantas cultivadas, resultando na redução do uso de defensivos agrícolas. (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

A exploração sucessiva de cultivos anuais, com intensa mecanização, resulta na degradação física do solo, como a compactação e a desestruturação, assim como na redução da matéria orgânica e conseqüente redução da fertilidade.

Por outro lado, o cultivo de pastagem aproveita os nutrientes residuais das culturas anuais, mas em contrapartida pode reciclar nutrientes das camadas mais profundas, devido à abundância e profundidade de suas raízes. Além disso, as pastagens são ótimas acumuladoras de biomassa no perfil do solo e na parte aérea, enriquecendo o solo de matéria orgânica. (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

O acúmulo de matéria orgânica é vital para o solo, na medida em que intensifica a atividade de microorganismos e da macrofauna, auxiliando na agregação do solo, favorecendo a maior infiltração da água e, conseqüentemente, reduzindo a erosão e o escoamento superficial. Além disso, aumenta a capacidade de troca catiônica efetiva do solo, proporcionando maior armazenamento e retenção de nutrientes (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

Vale ressaltar que nesse sistema de integração alguns autores observaram em seus experimentos que a produtividade de culturas anuais como milho e soja em consorciação ou rotação com as forrageiras não apresentou rendimentos significativos. Isso está relacionado à necessidade de minimizar a competição da planta forrageira com a cultura anual, por meio de subdoses de herbicidas ou por semeadura da forrageira em pós-emergência.

Dentro desse contexto, é importante observar que o sistema ILP apresenta limitações do ponto de vista ambiental. Pois seu processo de implantação necessita de práticas convencionais como a correção do solo e o seu preparo com aração e gradagem, além do fato de que a própria consorciação ou rotação de grãos com forrageiras necessita do controle de competição, utilizando como alternativa o uso de herbicidas. Isso pode ser evidenciado no processo de implantação dos sistemas “Barreirão” e “Santa Fé”, por exemplo.

O sistema Barreirão é uma tecnologia de recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais como o arroz de terras altas, o milho, o sorgo e o milheto, com forrageiras, especialmente, as brachiarias *andropogon gayanus* e *Panicum sp.*, além das leguminosas forrageiras, como as *stylosantes sp.*, *calopogonio mucunoides* e *arachis pintoe*. (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003). Normalmente, esse sistema tem o objetivo de recuperar solos e pastagens degradados e a produção de grãos visa o ressarcimento parcial ou total dos gastos feitos com insumos e serviços. Sua implantação requer a correção da acidez do solo, a preparação do solo objetivando a descompactação, o controle de ervas daninhas e a incorporação de resíduos orgânicos e corretivos.

Há a incorporação de resíduos vegetais na superfície do solo com a aração e gradagem para desenraizar qualquer vegetação existente, destruir cupinzeiros e misturar superficialmente os corretivos. Em seguida, faz-se uma aração profunda para descompactar o solo até 40 cm e executar os mesmos procedimentos da camada superficial. Quando necessário, efetua-se uma operação de nivelamento/destorramento. Após o processo de adubação, implanta-se o consórcio cultura anual e forrageira respeitando-se as exigências de cada cultura.

Recentemente, em áreas de lavoura com solos devidamente corrigidos, é preconizado o sistema consorciado de culturas de grãos com forrageiras na ILP denominado sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa, em homenagem a fazenda Santa Fé, em Santa Helena (GO), onde foi desenvolvida inicialmente essa tecnologia, na safra de verão de 1998/99. (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

Esse sistema fundamenta-se na produção consorciada de grãos como o milho, sorgo, milheto, arroz e soja com forrageiras tropicais, especialmente as *brachiarias*, seja no PD, seja no plantio convencional, com o solo parcial ou devidamente corrigido. Nessas condições, as culturas cultivadas apresentam alta competição com as forrageiras e com isso, garante uma boa produtividade de grãos. Os principais objetivos deste sistema são a reforma de pastagem, com a produção de forrageira para entressafra e a palhada em boa quantidade e qualidade para o sistema PD. (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

O estabelecimento deste sistema se dá pelo preparo convencional do solo fazendo a dessecação da área, adubação e semeadura, o manejo de herbicidas, etc., considerando as exigências das culturas que estão sendo consorciadas.

Rotação de Pasto

Os principais sistemas de manejo da pecuária encontrados na Amazônia são o pastejo contínuo, utilizado pela maioria dos produtores, e o pastejo rotacionado extensivo, onde a pastagem é dividida em piquetes. Mais recentemente, vem sendo implementado o pastejo rotacionado intensivo, com uso intensivo de tecnologias.

O sistema de Pastejo contínuo ocorre geralmente na pecuária extensiva, cujo pastejo permanece na mesma área o ano inteiro. Usa-se baixa tecnologia e poucos insumos e, deste modo, as pastagens apresentam baixa capacidade de suporte, onde são necessários, em média, três hectares de pastagem para cada unidade animal (U.A).

A capacidade de suporte neste sistema está em torno de $0,33 \text{ U.A ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, devido a pouca disponibilidade de forragem. Deste modo, a aplicação de fertilizantes deverá duplicar a produtividade da pastagem. (COSTA *et al*, 2000).

No Pastejo rotacionado extensivo, a área é dividida em piquetes e o investimento em cerca é maior. Mas a divisão da pastagem e o manejo em pastoreio rotacionado proporcionam a manutenção de até $1,0 \text{ U.A ha}^{-1}$. Geralmente, os animais permanecem no piquete por período de 15 a 30 dias e, em alguns casos, até 60 dias, com período de descanso variando de 45 a 90 dias. A aplicação adequada de fertilizantes pode aumentar em 100% ou mais a capacidade de suporte da pastagem. (COSTA *et al*, 2000).

No sistema de Pastejo rotacionado intensivo o acompanhamento da pastagem é diário, com aplicação de fertilizantes, mineralização adequada dos animais e controle de plantas invasoras permanentemente. O manejo é bem rigoroso, não permitindo colocar em cada piquete mais animais do que a capacidade de suporte e durante período de 1 a 7 dias. A retirada dos animais não pode se dar quando o estoque de forragem for inferior a 1,5 toneladas de matéria seca por hectare.

A capacidade de suporte nesse sistema é alta, podendo alcançar até $4,0 \text{ U.A ha}^{-1}$. O objetivo maior desse manejo é aproveitar ao máximo a forragem de melhor qualidade nutricional, ajustando-se o pastejo a fisiologia de rebrota da planta, bem como o seu crescimento, evitando-se a perda da qualidade, pela maturação ou excesso de pisoteio. (COSTA *et al*, 2000).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Para realização desse trabalho, foram selecionadas as bacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e do Igarapé do Sete. Ambos os cursos d'água são tributários do Rio Uraim (Figura 01), com 136,98 e 161,43 Km², respectivamente.

As bacias hidrográficas em análise estão localizadas no município de Paragominas, na Mesorregião Sudeste Paraense e Microrregião Homogênea Guajarina. A sede está localizada a 320 Km de distância da cidade de Belém, capital do Estado do Pará, tendo como principal via de acesso, a Rodovia Belém-Brasília (BR-010), na Amazônia Oriental.

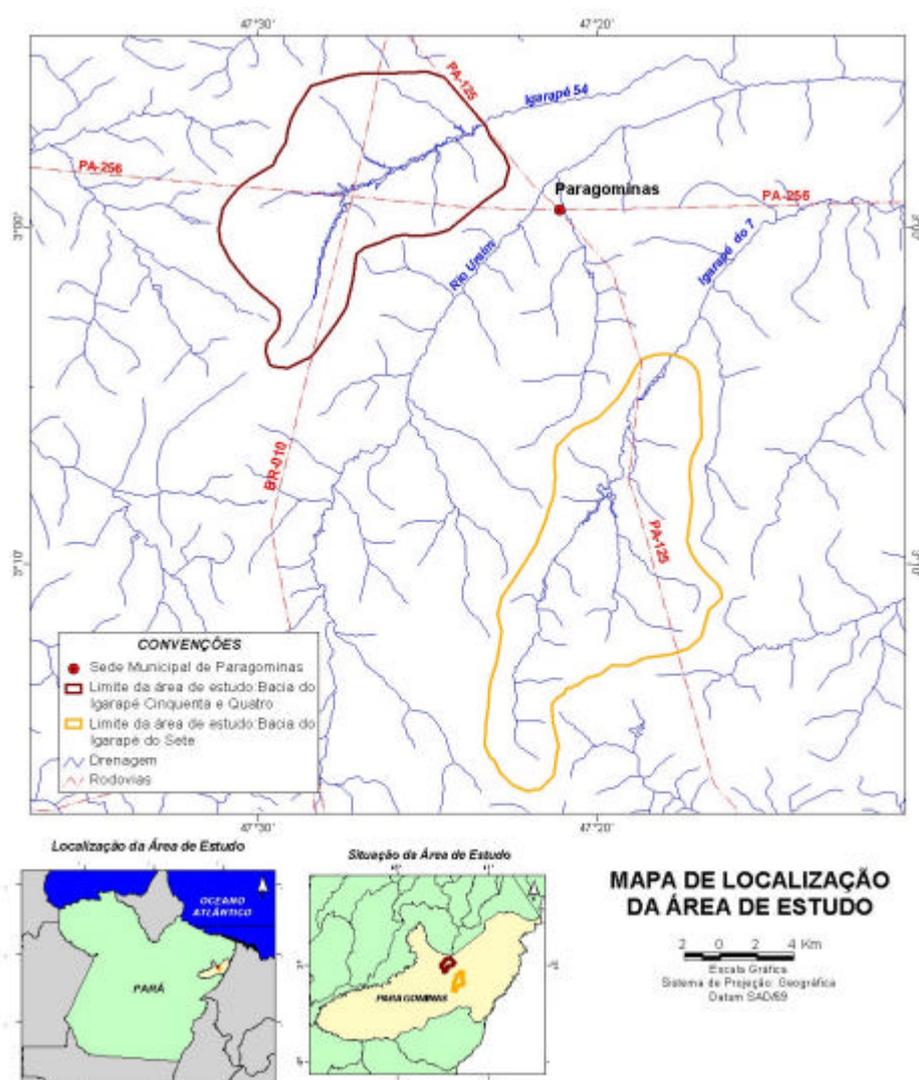


FIGURA 01-Localização Geográfica das bacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e Igarapé do Sete, Paragominas (PA).

Fonte: Base Cartográfica extraída do Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

3.2 ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS

Clima e Precipitação

Segundo Rodrigues et al (2002), o clima da área estudada é do tipo *Aw*, caracterizado pelo clima *tropical chuvoso* com estação seca bem definida, segundo a classificação de Köppen. As temperaturas médias do ar variam de 25,6 °C a 27,8°C, caracterizando temperaturas médias elevadas durante todo o ano. A umidade relativa do ar é bastante elevada com média anual em torno de 80%, com médias mensais variando de 70% a 90%.

A precipitação pluviométrica anual de 1.800 mm caracteriza-se por apresentar duas estações, uma chuvosa que vai de dezembro a maio, com excedente hídrico de 282 mm e outra menos chuvosa de junho a novembro, na qual há um déficit hídrico de 512 mm (SUDAM, 1984).

O gráfico 01 ilustra o padrão pluviométrico do município de Paragominas de 1996 a 2005, segundo dados climatológicos da Agência Nacional de Águas-ANA, para as estações seca e chuvosa.

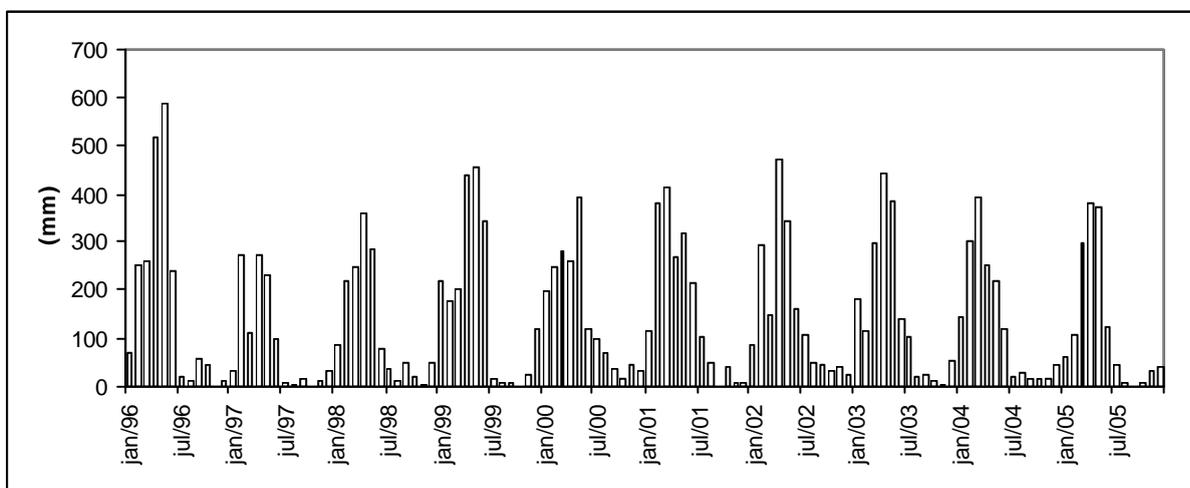


GRÁFICO 01: Precipitação Pluviométrica do município de Paragominas-PA, para os anos de 1996 a 2005.

Fonte: Dados climatológicos da Agência Nacional de Águas-ANA. Paragominas (latitude: -3,0100000 e Longitude: -47,343333).

Solo

Os solos são desenvolvidos de material originário de rochas sedimentares da Formação Ipixuna e Barreiras, do Período Terciário, e sedimentos recentes do Período Holoceno. Os principais solos mapeados na área foram: *Latossolo Amarelo textura média e*

muito argilosa (15.650,99 km²), *Argissolo Amarelo* (531,93 km²); *Plintossolo* (169,69 km²); *Gleissolo* (97,08 km²); *Neossolo* (9,76% km²). Os solos do Município de Paragominas em sua maioria são de baixa fertilidade natural, porém, de boas propriedades físicas. (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Geologia

Segundo Rodrigues *et al* (2002), a geologia está representada por rochas sedimentares da Formação Ipixuna, constituída por arenitos e siltitos; cobertura detrito-laterítica, formada por um perfil laterítico completo, ocorrendo da base para o topo horizontes argilosos e mosqueados, culminando com uma espessa crosta laterítica aluminosa; sedimentos detúcticos arenosos e areno-argilosos; e os sedimentos aluviais mais recentes.

Relevo e Vegetação

As duas bacias estudadas pertencem à região hidrográfica Costa Atlântica-Nordeste, fazendo parte da sub-região bacia do rio do Gurupi, segundo a divisão hidrográfica do estado do Pará, estabelecida pela Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente-SECTAM, atual Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

O relevo da Bacia do Gurupi é caracterizado por tabuleiros relativamente elevados e aplainados, formas colinosas dissecada, baixos tabuleiros, terraços e várzeas que morfo-estruturalmente, fazem parte da unidade que se convencionou chamar de Planalto Setentrional Pará - Maranhão. Próximo a sua foz fazem parte o Planalto Rebaixado da Bragantina, assim como do litoral de rios e lençóis maranhenses (PARÁ, 2003).

A vegetação originária era representada pela Floresta Densa da sub - região dos Altos Platôs do Pará - Maranhão, pela Floresta Densa de planície aluvial e dos Cerrados. Entretanto, os constantes desmatamentos, provocados pelo avanço da agropecuária na região reduziram drasticamente as grandes áreas cobertas pela Floresta Original dominadas hoje por extensas áreas de Mata Secundária (capoeira nos seus diversos estágios de desenvolvimento). Nessa bacia também encontra-se presente a Floresta Aluvial que é a vegetação típica de várzea e finalmente nas áreas fluviolitorânea, ocorre o domínio do Mangue (PARÁ, 2003).

3.3 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Produção Agrícola e Pecuária

A revista eletrônica de agronegócios denominada “Página Rural” (PARÁ, 2006) destaca que Paragominas está sendo apontada como um dos maiores pólos agropecuários do Estado.

No estado do Pará, no ano de 2003, esse setor produtivo respondeu, por 23,63% do Produto Interno Bruto (PIB), que atingiu R\$ 25,5 bilhões. Nesse mesmo ano, a pecuária bovina cresceu 9,73% e a produção das culturas temporárias contribuiu para o crescimento do setor agropecuário, com incrementos ocorridos no arroz (43,20%), milho (25,82%), feijão (20,94%), abacaxi (14,91%) e a mandioca (8,24%) (AGRONEGÓCIOS, 2006).

No ano de 2004 a produção agrícola, com ênfase para a produção de grãos, apresentou um crescimento de 10,40% e a Pecuária uma evolução do rebanho bovino de 21,43% (AGRONEGÓCIOS, 2006).

Observando a evolução da produção de grãos e da pecuária, no município de Paragominas, nota-se que o incremento de grãos no município é progressivo (gráfico 02) e as bacias estudadas acompanham essas tendências, com o crescente aumento deste padrão de uso do solo, sobretudo no igarapé Cinquenta e Quatro, mas também registrando o gradativo aumento desta produção no igarapé do Sete (gráficos 04 e 06).

A produção pecuária, atividade predominante nas duas bacias (gráfico 06), embora seja o padrão de uso do solo mais significativo no igarapé do Sete (gráfico 05), também apresenta forte tendência a se intensificar nesse município (gráfico 03). Embora, Paragominas já participe da cadeia produtiva do leite, sendo fornecedora de leite *in natura* para indústrias de laticínios como a indústria Manacá, por exemplo, situada no município de Mãe do Rio, ainda é na pecuária de corte que esse município aquece sua produção.

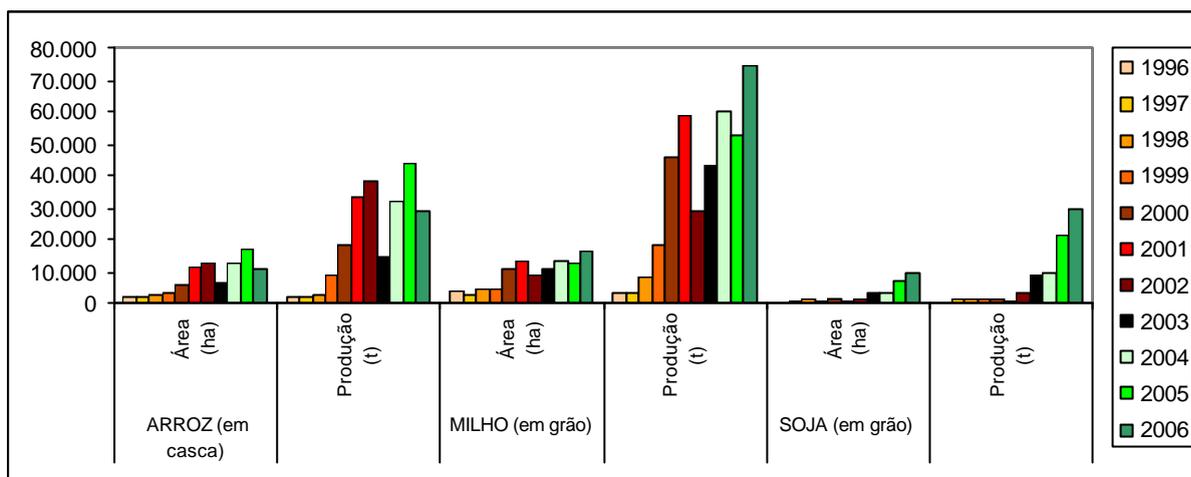


GRAFICO 02: Evolução da área plantada e produção das culturas de arroz, milho e soja no município de Paragominas nos anos de 1996 a 2006.

Fonte: IBGE-Produção Agrícola Municipal.

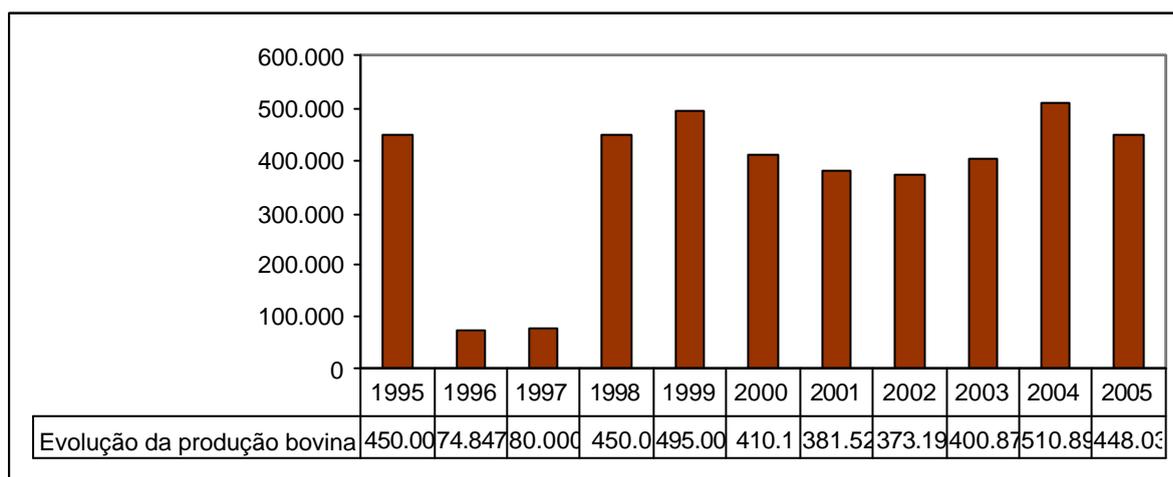


GRAFICO 03: Evolução do efetivo pecuário no município de Paragominas nos anos de 1996 a 2005.

Fonte: IBGE/GCEA-LSPA -2003/2004/2005

Sistematização: SAGRI/DIEST

Estrutura Fundiária

O Instituto de Colonização e Reforma Agrária-INCRA, segundo Instrução Normativa N° 11, de 04 de abril de 2003, o qual estabelece diretrizes para fixação de módulos fiscais de cada município, indica que o módulo fiscal calculado para o município de Paragominas é de 55 hectares.

Segundo essa Instrução Normativa, para efeito do disposto no art. 4 da LEI n° 8.629/93, a classificação fundiária é compreendida na seguinte disposição: *pequena propriedade* compreende imóvel rural, com área entre um e quatro módulos fiscais; *média*

propriedade compreende imóvel rural com área superior a quatro e até quinze módulos fiscais; e *grande propriedade*, compreende imóvel rural superior a quinze módulos fiscais.

Conforme levantamento de dados, as unidades fundiárias investigadas nesse trabalho são de jurisdição do INCRA e estão localizadas nas Glebas denominadas Paragominas e Prainha. O quadro 02 ilustra a classificação e o tamanho dessas unidades fundiárias e destaca a porcentagem de cada uma delas nas bacias em análise.

Unidade	Classe Fundiária	Área (ha)	(%)
Bacia do igarapé Cinquenta e Quatro		13.698,00	100,00
Fazenda “A”	Grande propriedade	4.200,00	30,66
Fazenda “B”	Grande propriedade	1.100,00	8,03
Fazenda “C”	Média propriedade	589,00	4,30
Bacia do igarapé do Sete		16.143,00	100,00
Fazenda “D”	Grande propriedade	2.676,00	16,58
Fazenda “E”	Grande propriedade	1.142,00	7,07
Fazenda “F”*	Grande propriedade	10.000,00	61,95
Fazenda “H”*			
Fazenda “G” ¹	Média propriedade	600,00	3,72

QUADRO 02: Classificação Fundiária das propriedades rurais em análise, conforme legislação federal.

* Fazendas com estimativas aproximadas e somadas a mais quatro propriedades contíguas, pertencentes ao mesmo proprietário. As estimativas foram levantadas, tomando como referência a interpretação de imagem de satélite órbita/ponto 222_062, de 09 de junho de 2004; o limite da bacia; a PA-125 e os pontos de amostragem da água.

¹ Área estimada.

Fonte: Adaptado de informações da Instrução Normativa N° 11, de 04 de abril de 2003.

Uso do Solo

Os dados de uso do solo nas bacias hidrográficas em análise foram extraídos dos resultados dos estudos da dinâmica do uso da terra e zoneamento agroecológico da pesquisa desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental. A dinâmica dos padrões de uso do solo dessas bacias e os dados comparativos entre elas se encontram nos gráficos 04, 05 e 06.

Segundo Watrin; Maciel e Thales (2007), a classe de uso caracterizada por “Floresta Antropizada”, apesar da redução gradual em área, fragmentação e inserção em paisagem agrícola, ainda assume papel de destaque entre as unidades mapeadas, principalmente no igarapé do Sete. No igarapé Cinquenta e Quatro, embora haja maior antropização, os percentuais de “Floresta Antropizada” foram sempre superiores a 88,9%, o que dá indícios que os remanescentes florestais vêm sendo relativamente preservados.

Entretanto, ressalta-se que foram ainda observadas conversões especialmente para classe de uso denominada “pastagem cultivada”, cujo percentual máximo atingiu 3,83%

(período de 2002/2004). Vale salientar que não foram verificadas mudanças significativas da classe “Floresta Antropizada” para classe “Agricultura de Grãos”, com registros de 0,33% e 0,62%, o que indica que a expansão das áreas plantadas com grãos nesta bacia, não vem ocorrendo em detrimento da abertura de áreas florestais.

As pastagens representam o padrão dominante do uso da terra nas duas bacias em estudo, em todos os anos analisados. Entretanto, foram ainda registradas conversões expressivas de áreas de pastagem para a classe “Agricultura de Grãos”, principalmente no igarapé Cinquenta e Quatro, o que corrobora que as áreas de grãos vêm se estabelecendo principalmente em antigas áreas de pastagens cultivadas.

Desse modo, o autor conclui que é crescente a presença do padrão de “Agricultura de Grãos”, principalmente no igarapé Cinquenta e Quatro, em relação ao igarapé do Sete, área essa onde há predomínio de atividades pecuárias.

As áreas classificadas como “Capoeira”, foram analisadas por Watrin; Maciel e Thales (2007) diferenciando-as por classes de uso denominadas de “Capoeira Alta” e “Capoeira Baixa”. Porém, numa análise geral, observa-se que, as áreas de “Capoeira Alta”, quando não permaneceram estáveis, foram incorporadas ao processo produtivo, principalmente para formação de pastagens, sendo de 15,25 a 27,32%, para o igarapé Cinquenta e Quatro, e de 10,31 a 39,95%, para o igarapé do Sete.

As áreas de “Capoeira Baixa” que não evoluíram para o estágio de “Capoeira Alta” dentro do processo sucessional normal, mas sim, foram convertidas para o padrão de “pastagem cultivada”, principalmente para a classe de uso denominada “Pasto Sujo”, comportamento este, também observado por Watrin; Sampaio e Venturieri (2001) para áreas do Sudeste Paraense, onde há predomínio de atividades pecuárias. As taxas de conversão da classe “Capoeira Baixa” para áreas de pastagem variou de 61,99% a 46,31%, no igarapé Cinquenta e Quatro, e de 67,35% a 30,51%, para o igarapé do Sete.

Como os sistemas de produção adotados nas áreas de estudo têm a base na atividade pecuária, a classe de uso “Agricultura de Grãos” quando não foi modificada para o padrão denominado “Solo Sob Preparo”, foi preferencialmente convertida para a classe de uso denominada “Pasto Limpo”. Chegou-se a registrar em alguns dos períodos analisados, taxas de conversão de 59,43% para o igarapé Cinquenta e Quatro e de 100% para o igarapé do Sete. Por outro lado, no último período analisado (2004/ 2005), houve uma conversão expressiva de áreas de “Pasto Limpo” para a classe “Agricultura de Grãos”, fenômeno este mais incisivo em âmbito do igarapé Cinquenta e Quatro (18,31%).

Considerando que a dinâmica da classe denominada área de ‘Reflorestamento’ só pode ser computada no âmbito do igarapé Cinquenta e Quatro, verificou-se que os valores de estabilidade dessa classe foram sempre superiores a 75%, sendo os percentuais de conversão mais expressivos associados à classe “Capoeira Baixa” (13,71% e 15,92%).

Quando analisada a situação das Áreas de Preservação Permanente (APP’s), foi verificado que do total de matas ciliares previsto, foi registrado apenas 217,80 ha (42,57%) para o igarapé Cinquenta e Quatro, e 1.048,86 ha (54,41%) para o igarapé do Sete. Assim, uma parte considerável destas áreas foi eliminada para formação de pastagens, tal como reportado por Venturieri *et al* (2005), para o igarapé Cinquenta e Quatro. Entretanto, salienta-se que os valores apresentados representam apenas um indicativo da situação das APP’s nestas áreas.

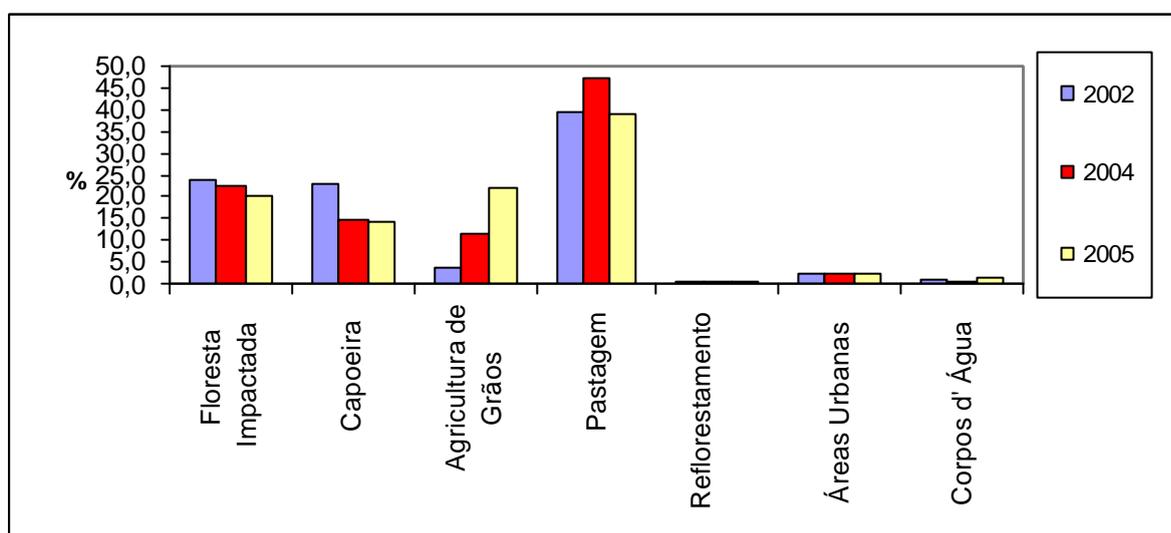


GRÁFICO 04: Padrões de Uso do Solo na bacia hidrográfica do igarapé Cinquenta e Quatro, nos anos de 2002, 2004 e 2005.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto, Embrapa-Amazônia Oriental.

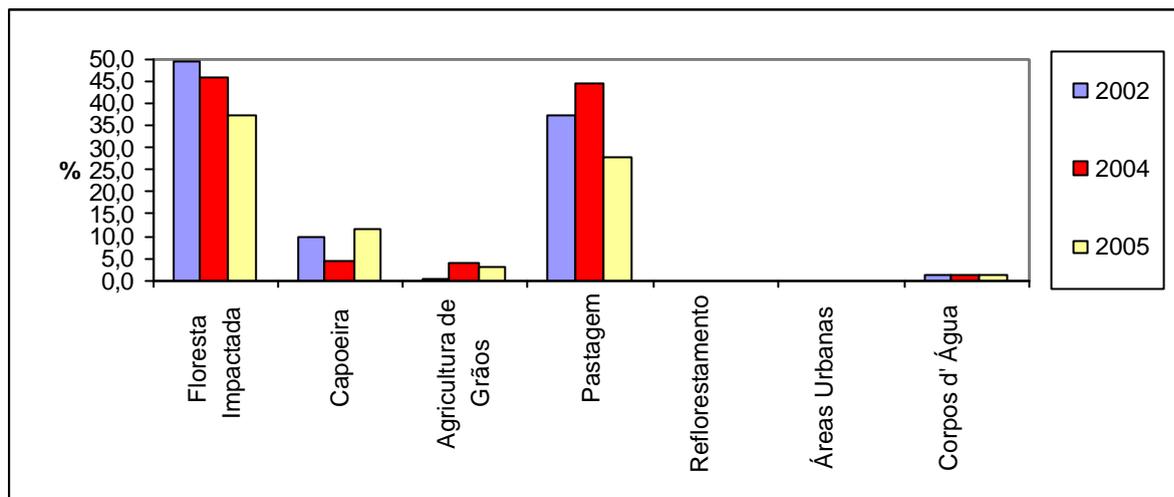


GRÁFICO 05: Padrões de Uso do Solo na bacia hidrográfica do Igarapé do Sete, nos anos de 2002, 2004 e 2005.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto, Embrapa-Amazônia Oriental.

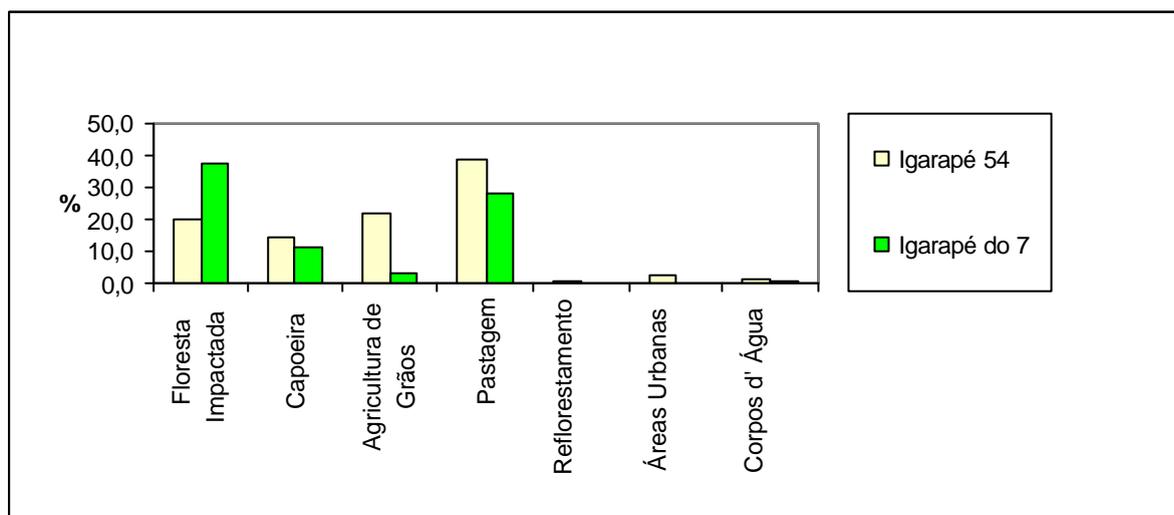


GRÁFICO 06: Padrões de Uso do Solo nas bacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e Igarapé do Sete, para o ano de 2005.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto, Embrapa-Amazônia Oriental.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa dissertação foi desenvolvida a partir do método de abordagem qualitativa, o qual é entendida por Minayo *et al* (1994) como o método que “aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, buscando compreender e explicar a dinâmica das relações sociais”. O método de procedimento adotado foi o *estudo de caso*, utilizando como unidade territorial de análise a *bacia hidrográfica*.

4.1 COLETA DE DADOS

Dados Primários

Para coleta dos dados primários foram utilizados a aplicação de *entrevista não-estruturada*, *entrevista semi-estruturada* e *questionário semi-estruturado*.

A *entrevista não-estruturada* foi aplicada junto aos representantes de órgãos e instituições ligadas a agropecuária de Paragominas a fim de levantar dados referentes à produção pecuária e grãos neste município.

A *entrevista semi-estruturada* foi direcionada aos proprietários ou administradores das unidades fundiárias, com objetivo de identificar o perfil socioeconômico, a infraestrutura e o uso múltiplo da água nestas propriedades. Esse tipo de entrevista também abordou informações do tipo: tamanho e situação da propriedade.

A aplicação de *questionário semi-estruturado* obteve coleta de dados a respeito da caracterização das práticas de manejo do solo, a identificação da adoção ou não adoção das práticas de manejo sustentável do solo e a situação da reserva legal e áreas de preservação permanente. Os questionários foram aplicados junto aos proprietários ou administradores das unidades fundiárias.

As técnicas de registro de dados no campo contaram com: levantamento fotográfico da área de estudo; georeferenciamento via GPS, das unidades fundiárias levantadas nas bacias e utilização de Base Cartográfica e carta-imagem analógica, para efeito de localização geográfica no campo.

Dados Secundários

Os dados secundários foram levantados na literatura disponível em órgãos e instituições, tais como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Secretaria de Agricultura-SAGRI, Secretaria Municipal de Agricultura de Paragominas-SEMAGRI, Instituto de Colonização e Reforma Agrária-INCRA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, Universidade Federal do Pará-UFPA, entre outros; para obter informações referentes à socioeconomia e aspectos fisiográficos do município de Paragominas, a estrutura fundiária das bacias em análise, as técnicas conservacionistas de manejo do solo, desenvolvidas para suprir as necessidades de produção da pecuária e de grãos e à caracterização dos padrões de uso do solo das bacias em questão.

A definição e localização dos pontos de coleta da água assim como os dados dos parâmetros de qualidade de água (pH, condutividade, oxigênio dissolvido e turbidez) utilizados nesta pesquisa foram obtidos a partir do banco de dados de projeto de pesquisa liderado pela Embrapa Amazônia Oriental (FIGUEIREDO, 2005).

4.2 SELEÇÃO DA AMOSTRAGEM E UNIVERSO DA PESQUISA

A seleção das bacias do igarapé Cinquenta e Quatro e igarapé do Sete, para o desenvolvimento deste trabalho, foi motivada pelos estudos hidrogeocímicos de Figueiredo (2005) e estudos de Watrin (2004) sobre a dinâmica de uso da terra, realizados nessas bacias.

Figueiredo (2005) coordenou uma pesquisa iniciada em 2003, para avaliar os efeitos da implantação de atividades agropecuárias em terras amazônicas, tanto na ciclagem de nutrientes e de carbono, como na quantidade e qualidade dos seus recursos hídricos. A pesquisa foi realizada a montante das bacias do igarapé Cinquenta e Quatro e igarapé do Sete. Esse projeto, já citado anteriormente, foi intitulado “AGROBACIAS AMAZÔNICAS: Bacias Hidrográficas sob Sistemas de Produção Agropecuária Convencional e Conservacionista na Amazônia: hidrologia, fluxos de nutrientes e carbono, e potencial de contaminação por agrotóxicos”, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Amazônia Oriental.

Watrin (2004) avaliou espacialmente a dinâmica das alterações antrópicas na paisagem e elaborou um zoneamento agroecológico em quatro bacias hidrográficas, entre elas, as bacias do igarapé Cinquenta e Quatro e igarapé do Sete. Essa pesquisa foi desenvolvida em projeto intitulado “Análise da Dinâmica do Uso da Terra e Zoneamento

Agroecológico em Quatro Pequenas Bacias Hidrográficas no Nordeste do Estado do Pará” desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Amazônia Oriental. Para realização deste trabalho, Watrin (2004) fez o levantamento multitemporal da cobertura vegetal e uso da terra, selecionando imagens digitais TM/LANDSAT, órbita/ponto 222/062, bandas TM 3, 4 e 5, referentes às datas de 28/06/2002, 09/06/2004 e 12/06/2005, com elaboração dos mapas na escala de 1:50.000.

A partir dos resultados das pesquisas citadas acima, o universo desta pesquisa foi selecionado abrangendo proprietários de terra, identificados como pecuaristas e produtores de grãos, em escala comercial, da área rural dessas bacias.

A amostragem foi delimitada em oito unidades fundiárias. A seleção desta amostragem se deu devido aos pontos de coleta da água, amostrados por Figueiredo (2005) estarem localizados dentro ou nas proximidades destas propriedades.

O quadro 03 descreve as características que relacionam a amostragem de coleta da água realizada por Figueiredo (2005) e a amostragem das unidades fundiárias selecionadas nesse trabalho. Ressalta-se que as unidades fundiárias amostradas nesta pesquisa serão representadas ao longo deste trabalho, por letras alfabéticas, para resguardar às normas de ética do trabalho científico.

PC*	Aspecto hidrológico e caracterização ambiental dos setores a montante do PC	Unidade Fundiária	Tipo de Produção
IG54-1	Ambiente lântico ¹² em cabeceira com mata muito explorada	-	-
IG54-2	Ambiente lântico em área de pastagem. Mata ciliar ausente.	Fazenda "C".	Pecuária Extensiva.
IG54-3	Canal de saída de açude em área de pastagem e agricultura. Mata ciliar ausente.	Fazenda "B".	Produção de Grãos.
IG54-4	Ambiente lótico ¹³ em área de pastagem e agricultura. Mata ciliar ausente.	Fazenda "A"	Pecuária e Grãos.
IG54-5	Ambiente lótico em área de pastagem e agricultura. Mata ciliar ora ausente ora preservada nos diferentes trechos do igarapé.	Fazenda "A"	Pecuária e Grãos.
IG7 -1	Ambiente lântico em cabeceira com mata razoavelmente preservada (plantio de grãos a partir de 2005)	Fazenda "H".	Pecuária Extensiva.
IG7 -2	Ambiente lótico em área de pastagem e capoeira.	Fazenda "F"	Pecuária Extensiva
IG7 -3	Ambiente lântico em açude em área de pastagem.	Fazenda "F" e Fazenda "G"	Pecuária Extensiva
IG7 -4	Canal de saída de açude em área de pastagem. Mata ciliar ausente.	Fazenda "F" e Fazenda "G"	Pecuária Extensiva
IG7 -5	Ambiente lótico em área de pastagem. Mata ciliar ausente. (Plantio de grãos a partir de 2005 em sítios vizinhos)	Fazenda "E"	Pecuária Extensiva
IG7 -6	Canal de saída de açude em área de pastagem e pequena área de agricultura. Mata ciliar ausente.	Fazenda "D"	Pecuária e Grãos.
IG7 -7	Ambiente lótico em área de pastagem. Mata ciliar presente.	Fazenda "D"	Pecuária e Grãos.

QUADRO 03: Características gerais dos pontos de coleta de águas superficiais e das unidades fundiárias das bacias hidrográficas dos igarapés Cinquenta e Quatro e do Sete, em Paragominas-PA.

Fonte: Dados hidrológicos e de caracterização ambiental fornecidos pelo projeto "Agrobacias Amazônicas". * Pontos de Coleta.

¹² Cuerpo de agua sin grandes movimientos como son los lagos, lagunas, cochas, etc. Diccionario Ecológico. Disponível em http://www.peruecologico.com.pe/glosario_1.htm Acesso em 17 de outubro de 2007.

¹³ Cuerpos de agua con movimiento (ríos, riachuelos, etc.). Diccionario Ecológico. Disponível em http://www.peruecologico.com.pe/glosario_1.htm Acesso em 17 de outubro de 2007.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS NAS BACIAS ESTUDADAS

Esse capítulo tem o objetivo de descrever o universo amostral dessa pesquisa, representado pelas propriedades rurais investigadas, localizadas na área de estudo – as bacias do igarapé Cinquenta e Quatro e do igarapé do Sete. Serão descritos os aspectos socioeconômicos, o uso múltiplo da água das bacias e as práticas de manejo dos sistemas de produção adotados, sejam convencionais, sejam conservacionistas.

Também serão apresentadas nesse capítulo, a estrutura e situação fundiária das propriedades, bem como a localização geográfica das mesmas em relação aos pontos de amostragem de qualidade da água, plotados em mapas de uso da terra, segundo dados secundários obtidos nas bacias hidrográficas em estudo.

As propriedades analisadas serão descritas a seguir, considerando-se sua localização em relação às bacias estudadas, suas respectivas categorias de situação fundiária, tais como propriedade privada e propriedade arrendada, os tipos de produção, seja pecuária ou agricultura de grãos, assim como a utilização de técnicas agropecuárias e de manejo da propriedade.

5.1.1 Caracterização das propriedades rurais na bacia do igarapé Cinquenta e Quatro

Na bacia do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54) foram visitadas e caracterizadas três propriedades rurais aqui denominadas de Fazenda A, Fazenda B e Fazenda C.

5.1.1.1 Fazenda A

Trata-se de uma fazenda com quatro mil e duzentos hectares (4.200 ha), pertencente a um profissional da área de ciências agrárias, formado no estado do Rio de Janeiro e natural do estado de Minas Gerais, o qual adquiriu a propriedade no ano de 1974. O histórico de mudanças no uso da terra nessa área seguiu a seguinte seqüência: exploração madeireira, pecuária e agricultura de grãos.

Hoje, o tipo de produção predominante é a pecuária de corte e a produção de grãos, como milho, arroz e soja (figura 02). Sua produção é escoada pelas rodovias de acesso ao

município de Paragominas e seu mercado consumidor está localizado na Região Nordeste Paraense.



FIGURA 02: Área de produção de milho e pastagem na fazenda A, em Paragominas (PA).

A estrutura de produção é sustentada através de financiamento do Banco do Brasil e do Banco da Amazônia, o que dá a esse proprietário condições de acesso a insumos agrícolas, implementos agrícolas e assistência técnica privada. Esse produtor é filiado ao Sindicato dos Produtores Rurais de Paragominas. Seus empregados indiretos somam, em média, vinte trabalhadores.

A fazenda possui energia elétrica pública, rede de esgoto por fossa doméstica, abastecimento de água por poço tubular e tratamento de lixo por incineração na própria fazenda.

O uso da água da bacia do igarapé Cinquenta e Quatro por essa fazenda ocorre principalmente para atividades como: a dessedentação do gado, a pulverização de cultivos de grãos através do sistema de pipa, o uso doméstico dos trabalhadores da fazenda referentes a banho e lavagem de roupa. Futuramente será instalado um sistema hidráulico com roda d'água para geração de energia elétrica.

Quanto à estrutura da Reserva Legal, o proprietário não soube informar qual é a quantificação da área de Preservação Permanente e de floresta secundária. Apenas informou que não há floresta plantada na fazenda, mas que foi realizada exploração madeireira até o ano de 2002. A localização geográfica da propriedade pode ser observada no mapa de uso da terra (figura 20).

A atividade pecuária ocupa cerca de dois mil hectares (2.000 ha), com cultivos das espécies de capim *Brachiaria Brizantha*, *Brachiaria Humidicola*, *Panicum Mombaça* e *Panicum Colonião*.

A estrutura de produção se caracteriza pela pecuária semi-intensiva, com sistema rotacionado intensivo de pasto, implantado há três anos, dispondo de estação de cochos e “Clipp Feed” (cochos adaptados para bezerros, com alimentação específica), ponto de descanso e suplementação com resíduos de milho, soja e arroz. O manejo da pecuária nesta fazenda encontra-se no quadro 04 a seguir.

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)	
ITENS	VALORES
Nº de cabeças	2.000 cabeças
Lotação (UA/ha)	1/ha (média); 0,6/ha (verão); 2/ha (inverno)
Calagem (kg/ha)	1.000 kg/ha p/ recuperação de pasto.
Sal (kg/tempo)	30 kg/animal/ano (média).
Adubação (kg/ha)/Tipo	A adubação é feita com “ARAD”
Queima (Período)	Apenas a queima de leiras.

QUADRO 04: Manejo da pecuária na “Fazenda A”.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.

Quanto à produção agrícola, atualmente há a produção de milho, arroz, soja e estilósante (uma espécie de leguminosa fixadora de nitrogênio), embora esses cultivos variem de acordo com as condições de mercado e as condições financeiras do produtor. O tamanho da área cultivada distribui-se na média de 300 hectares para cada cultivo, conforme figuras 03 e 04. O manejo do solo na preparação dos cultivos ocorre de modo convencional, com a derrubada de juquirá, através da roçagem manual no período de inverno (dezembro a abril); pela limpeza do terreno, com a queima de leiras, no período seco (agosto a outubro); e a gradagem do solo, realizada no período de setembro a novembro. A prática de manejo dessas culturas agrícolas está descrita no quadro 05.

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)			
Valores	ARROZ	MILHO	SOJA
Área cultivada (ha/m ²)	300 ha/ano	300 ha/ano	300 ha/ano
Produtividade média	60 kg (Em 2000: 81,5 kg).	100 kg. (Em 2006: 160 kg/46 ha).	50 kg
Calagem (kg/há)	01 tonelada/ha		
Adubação NPK (kg/ha): base	300 kg/ha	400 kg/ha	200 kg/ha
Adubação NPK (kg/ha): cobertura	100 kg/ha	500 kg/ha	Não existe.
Formulação NPK:	Base: 11-30-15; Cobertura: 20-00-20.		
Micros	Usa-se na soja e na adubação foliar do milho.		
Herbicida	Herbadox e Ronstar.		
Dosagem	Variável.		
Inseticida	Não revelado.		
Dosagem	Variável.		
Fungicida	Não revelado.		
Dosagem	Variável.		

QUADRO 05: Manejo agrícola da Fazenda A.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.



FIGURA 03: Área de produção de grãos na fazenda A, em Paragominas (PA).



FIGURA 04: Área de preparação para produção de grãos na fazenda A, em Paragominas (PA).

No que diz respeito às práticas conservacionistas do solo, esse produtor vem adotando o Sistema Integrado Lavoura-Pecuária (ILP), desde o ano de 2000. Em 2007, são 300 hectares de cultivo combinando as espécies arroz, milho, soja e estilosantes, com a espécie de gramínea *Panicum Mombaça*.

Esse sistema é denominado “Santa Fé”, caracterizado pelo “consórcio de uma cultura, especialmente o milho, o sorgo, o arroz ou a soja, com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Brachiaria*, embora os *Panicum* também sejam bastante utilizados, mesmo com o manejo do consórcio exigindo maiores cuidados” (BARBOSA; GRAÇA; SOUZA, 2007).

No caso da Fazenda A, faz-se a rotação de cultura, iniciando com o plantio na seguinte seqüência: arroz – milho – soja – milho + gramínea (*Panicum Mombaça*). Este ano de 2007 está sendo manejada a rotação de cultura em 600 hectares, distribuídos em: arroz (300 ha) e milho + gramínea (*Panicum Mombaça*) e estilosante (300 ha), conforme figuras 05 e 06. Em 2008, pretende-se abrir 450 ha com o sistema “Santa Fé” e 150 ha de arroz, para produzir sementes. A prática de plantio direto na palhada é pouco utilizada na fazenda.

O interesse em utilizar o Sistema Integrado Lavoura-Pecuária é para recuperação de pastagem. Esse produtor obtém o apoio da EMBRAPA Amazônia Oriental, cujo campo experimental está situado dentro da área de outra fazenda pertencente a outro membro de sua família. Desse modo, procura-se seguir as orientações dos pesquisadores, utilizando as técnicas testadas para a região de Paragominas. Segundo informação deste produtor, os resultados já são significativos quanto à recuperação da pastagem, bem como a produção de grãos é maior utilizando este sistema.



FIGURA 05: Consorciação de milho + *Panicum Mombaça* + estilosante na fazenda A, em Paragominas (PA).



FIGURA 06: Consorciação de milho + *Panicum Mombaça* + estilosante na fazenda A, em Paragominas (PA).

5.1.1.2 Fazenda B

Essa fazenda pertence a proprietário que desde 2004 arrenda a propriedade para dois irmãos, naturais do estado do Rio Grande do Sul. Trata-se de uma área de mil e cem hectares (1.100 ha), cuja produção é exclusivamente agrícola.

Os sócios arrendatários recebem financiamento do Banco do Brasil e do Banco da Amazônia. Sua produção é de grãos, e o mercado consumidor está voltado para região Nordeste Paraense. A estrutura de produção apresenta acesso a insumos e implementos agrícolas e há uma média de vinte trabalhadores diretos e vinte indiretos. Esses produtores são filiados ao Sindicato dos Produtores Rurais.

A fazenda tem acesso à rede elétrica, abastecimento de água por poço artesiano, esgoto por fossa doméstica, e lixo incinerado na fazenda. Não há uso da água do Igarapé Cinquenta e Quatro nesta propriedade.

A atividade agrícola é voltada à produção de milho, arroz e soja, conforme figuras 07 e 08. A fazenda foi arrendada totalmente limpa, não havendo necessidade de derrubada de juquira, de aração do solo ou queima. O que é feito para o preparo do solo é a gradagem no período do verão (junho a dezembro). O manejo dado a essa fazenda encontra-se no quadro 06.



FIGURA 07: Área de produção de grãos na fazenda B, em Paragominas (PA).



FIGURA 08: Área de produção de grãos na fazenda B, em Paragominas (PA).

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)				
Valores	ARROZ		MILHO	SOJA
Área cultivada (ha/m ²)	Dividi-se a área em três e para cada cultura, cultivam-se 360 ha/ano.			
Produtividade média	55 sacas/ha (1 saca são 60 kg).	110 sacas/ha	58 sacas/ha.	
Calagem (kg/ha)	Conforme a necessidade, a média é 1.000 kg/ha. Foi feito em 2006 e a próxima dosagem só daqui a 3 ou 5 anos.			
Adubação NPK (kg/ha): base	250 kg/ha	400 kg/ha	400 kg/ha	
Adubação NPK (kg/ha): cobertura	Não realiza.	300 kg/ha	Não realiza.	
Formulação NPK:	Base: 05-25-15	Base: 08-28-16; Cobertura: 36-00-12.	Base: 04-20-18	
Micros	Usa-se com pouca frequência.			
Herbicida	Glifosato (para dissecação) /2.4D/Ronstar	Atrazina (no pós-plantio)	Não usa.	
Dosagem	03 a 04 litros-ha/700 ml-ha/1,3 litros-ha	04 litros-ha	-	
Inseticida	Carbofuran	Carbofuran	Inoculante	
Dosagem	1,2 litros/100 kg	2,2 litros/100 kg	4 doses/ha	
Fungicida	Ópera	Não usa	Ópera	
Dosagem	Meio litro/ha	Não usa	Meio litro/ha	

QUADRO 06: Manejo agrícola da “Fazenda B”.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.

Quanto às técnicas conservacionistas do solo, os arrendatários entrevistados mostraram desconhecer técnicas como sistema silvipastoril, agroflorestal, dentre outras citadas. Entretanto, esses fazem uso do sistema “Barreirão”, tipo de integração Lavoura-Pecuária.

Esse sistema vem sendo adotado pelos arrendatários há dois anos e cultivam cerca de cento e vinte e cinco hectares (125 ha) de milho + gramínea (*Panicum Mombaça*). Até 2004 o proprietário havia cultivado lavoura há três anos.

Em 2004, ele usou a área como pasto. No mesmo ano, quando a fazenda foi arrendada, fez-se um trato de haver um abatimento no arrendamento, em troca da recuperação desta área de pasto através do sistema “Barreirão”, para que o próprio dono viesse a usar esta área no ano de 2007. Mas os arrendatários relataram também ter interesse em criar gado a partir do ano de 2008.

O plantio direto será implantado na safra 2007/2008, onde, após a colheita do milho, serão plantadas sementes de *Panicum Mombaça*, retornando depois com a lavoura. O maior objetivo de usar esse sistema é recuperar a pastagem.

Esses produtores receberam a técnica do sistema “Barreirão” pela orientação da EMBRAPA Amazônia Oriental e o apoio técnico é de uma empresa de consultoria privada. Em entrevista, um dos sócios manifestou que,

Tudo que sabemos de agricultura vem da nossa experiência herdada de nossas famílias desde lá do sul. Não temos apoio algum dos órgãos competentes. Fazem uma coisa ou outra, mas o que temos é com nosso trabalho, nosso conhecimento próprio. No nosso caso, temos que trabalhar dobrado, fazer a produção render bem, para que seja compensado o arrendamento (que é um custo alto). Então, temos que investir e cuidar mais ainda da terra, talvez mais do que um proprietário. (Texto extraído de entrevista aplicada no campo, em Maio de 2007).

Os resultados da utilização desse sistema são animadores. O pasto está se recuperando rápido e devido a isso, os arrendatários também têm o interesse de trabalhar com pecuária no ano de 2008. A figura 20 ilustra a localização estimada da propriedade e o uso do solo dessa fazenda.

5.1.1.3 Fazenda C

Essa fazenda possui uma área de quinhentos e oitenta e nove hectares (589 ha), cujo proprietário é um empresário do agronegócio, residente no município de Paragominas.

A produção dessa área está destinada, exclusivamente, a atividade pecuária de corte. O mercado consumidor está voltado para Belém e Paragominas e os compradores vêm buscar o gado comercializado na fazenda. Embora esse produtor não receba financiamento ou crédito agrícola, a estrutura produtiva é mantida pelo acesso a insumos e implementos agrícolas e recebe apoio técnico privado. O número de trabalhadores indiretos é cerca de dez, para manutenção da fazenda, e um trabalhador fixo, para zelar a propriedade.

Quanto à estrutura socioeconômica, a fazenda possui acesso à energia elétrica, abastecimento de água, por poço artesiano, tratamento do lixo por incineração na própria fazenda, e sistema de esgoto realizado por fossa doméstica.

A água da bacia não é utilizada pelo proprietário, mas segundo informação do entrevistado, como a propriedade fica em frente a um bairro popular denominado “Nagibão”, os moradores deste bairro entram na fazenda e usam a água do igarapé para o lazer.

Foi informado pelo entrevistado que há Área de Preservação Permanente, o qual compreende cerca de cinquenta metros, a partir do igarapé cinquenta e quatro e que não há floresta nativa ou área de capoeira na propriedade.

Porém, foi relatado que esta fazenda possui um projeto de reflorestamento, cujo objetivo é a produção de madeira o qual futuramente será comercializada.

O maior investimento desse produtor rural é a pecuária; e além desta fazenda, o mesmo possui mais duas nesse município, com 2.110 hectares e 1.000 hectares. O manejo da pecuária é caracterizado pela rotação de pasto nas três fazendas, sendo a Fazenda C, a área de engorda de fêmeas, e as outras duas, para a produção de cria e para a engorda de machos.

O regime de produção é extensivo, com estação de cochos, ponto de descanso, suplementação animal e, geralmente, dividi-se a fazenda em lotes rotacionados, onde 1 alqueire é dividido em quatro partes e o gado rotaciona de 6/6 dias.

Entretanto, vale ressaltar que a Fazenda C é a que menos recebe manutenção na pastagem, a qual já se apresenta como pasto bem degradado, conforme figuras 09 e 10. Isso se deve ao fato dessa fazenda vir a se transformar numa área de produção madeireira futuramente.

O tamanho da área de pastagem é de cerca de trezentos hectares (300 ha) e a espécie de gramínea cultivada é *Brachiaria Brizantha*. O número de cabeças de gado nessa fazenda atualmente é cerca de 424 e o consumo de sal (kg/tempo) fica 150 g/dia, em média. A figura 20 apresenta a localização estimada da fazenda e o uso do solo apresentado atualmente. O quadro 07 ilustra o manejo da pecuária nesta fazenda.

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)	
ITENS	VALORES
Nº de cabeças	420 cabeças
Lotação (UA/ha)	Não soube informar
Calagem (kg/ha)	Não soube informar
Sal (kg/tempo)	150 g/dia
Adução (kg/ha)/Tipo	Não soube informar
Queima (Período)	Não é feito.

QUADRO 07: Manejo da pecuária na “Fazenda C”.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.



FIGURA 09: Área de pastagem na fazenda C, em Paragominas (PA).



FIGURA 10: Área de pastagem na fazenda C, em Paragominas (PA).

5.1.2 Caracterização das propriedades rurais na bacia do Igarapé do Sete

Na bacia do Igarapé do Sete (IG7) foram visitadas e caracterizadas cinco propriedades rurais aqui denominadas de fazenda D, fazenda E, fazenda F, fazenda G e fazenda H.

5.1.2.1 Fazenda D

A Fazenda D pertence à mesma família proprietária da Fazenda A, que fica localizada na bacia do Igarapé Cinquenta e Quatro. Com a partilha da herança ocorrida no ano de 2006, o atual proprietário da Fazenda D é irmão do atual proprietário da Fazenda A. Essa fazenda também foi adquirida no ano de 1974. Nos anos 80, uma parte desta área foi cedida para se tornar o campo experimental da EMBRAPA Amazônia Oriental.

A fazenda H totaliza uma área de dois mil seiscentos e setenta e seis hectares (2.676 ha), cujo tipo de produção é a pecuária de corte e a produção de grãos e sementes. O mercado consumidor interno é a cidade de Belém e o mercado externo é o Líbano.

Esse produtor é filiado ao Sindicato dos Produtores Rurais e possui financiamento do Banco do Brasil e do Banco da Amazônia, com acesso a insumos e implementos agrícolas e assistência técnica privada. A fazenda mantém cerca de dez trabalhadores diretos e dez indiretos.

Essa fazenda também tem acesso à rede elétrica pública, abastecimento de água por poço artesiano, esgoto doméstico, e lixo incinerado na fazenda. A água do Igarapé do Sete é utilizada para dessedentação animal e para o lazer e pesca dos trabalhadores residentes na fazenda.

A estrutura da vegetação foi descrita pelo proprietário, contendo cerca de dez hectares (10 ha) de seringal plantado; área de Preservação Permanente, com cinquenta metros até a margem do igarapé, trinta por cento da fazenda coberta por capoeira, e ausência de floresta nativa. A figura 21 apresenta a localização geográfica da fazenda e o uso do solo da mesma.

Quanto à área de pastagem, têm-se em torno de mil e oitocentos hectares (1.800 ha), cujas espécies de gramíneas plantadas são *Brachiaria Brizantha* e *Panicum Mombaça*. O tipo de regime é semi-intensivo, sem uso da queima no preparo do solo.

O manejo da pecuária é caracterizado pelo sistema de rotação de pasto, com estação de cochos e “Clipp Feed” (cochos adaptados para bezerros, com alimentação específica), ponto de descanso e suplementação animal, conforme figuras 11 e 12.



FIGURA 11: Área de pastagem da Fazenda D, em Paragominas-PA.



FIGURA 12: Estação de cochos e *Clipp Feed*, na Fazenda D, em Paragominas-PA.

A manutenção da pastagem é feita com roçagem manual, e para recuperação do pasto é utilizado o sistema “Barreirão” há pelo menos 08 anos. O quadro 08 ilustra outras informações a respeito da produção pecuária.

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)	
ITENS	VALORES
Nº de cabeças	2.300 ha
Lotação (UA/ha)	1,3/ha (no rotacionado 2,2/ha)
Calagem (kg/ha)	1.000 kg/ ha
Sal (kg/tempo)	40 kg ua/ano

QUADRO 08: Manejo da pecuária na Fazenda D.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.

A produção agrícola se caracteriza pelo cultivo perene e temporário. O cultivo perene é de dez hectares (10 ha) de um seringal plantado, com aproximadamente duas mil seringueiras, conforme figura 14. Segundo o proprietário, a produtividade média chega 1

kg/mês/árvore, o qual corresponde à rentabilidade de um real e sessenta centavos por quilo de látex (R\$ 1,60/1 kg). O cultivo temporário destaca-se pela produção de grãos de milho, arroz e soja e sementes de arroz e milho, conforme figura 13.

O manejo dado ao preparo do solo se dá pela limpeza da área, com a queima de leiras e em seguida, a gradagem do solo, no período de julho a novembro. O detalhamento do manejo de grãos encontra-se no quadro 09 a seguir.



FIGURA 13: Área de produção de grãos na Fazenda D, em Paragominas (PA).



FIGURA 14: Plantação de seringal na Fazenda D, em Paragominas (PA).

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)			
Valores	ARROZ	MILHO	SOJA
Área cultivada (ha/m²)	200 ha	200 ha	200 ha
Produtividade média	65 sacas/ha	110 sacas/ha	50 sacas/ ha
Calagem (kg/ha)	Não foi informado		
Adubação NPK (kg/ha): B¹	250 kg/ha	250 kg/ha	400 kg/ha
Adubação NPK (kg/ha): C²	70 kg/ha	450 kg/ha	Não realiza.
Formulação NPK:	Base: 9 33-30-10; Cobertura: 22-00-22.	Base: 33-30-10; Cobertura: 22-00-22.	Base: 2 33-30-10
Micros	Foliar, aminoácidos e zinco.		
Herbicida	Ronstar/2.4 D/Allay	Atrazine	RR/Roundup/Podium Classic.
Dosagem	1,2 litros/ha - 1,2 litros/ha - 06 g/ ha	02 a 04 litros/ ha.	Roundup: 02 litros/ ha.
Inseticida	Piretróides para todos. E Fisiológicos		
Dosagem	50 ml/ ha – 100 g/ha		
Fungicida	Para arroz e soja.		
Dosagem	750 ml/ ha.		

QUADRO 09: Manejo agrícola da Fazenda D.

B¹: Adubação de base.

C²: Adubação de cobertura.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.

No que diz respeito às técnicas conservacionistas de manejo do solo, há oito anos, este produtor desenvolve o sistema “Barreirão”, com rotação de cultura iniciando com o plantio na seguinte seqüência: gramínea – arroz – milho – soja – milho + gramínea + Campo Grande (leguminosa fixadora de nitrogênio).

O objetivo de usar esse sistema é recuperar a pastagem. Quanto ao tamanho da área cultivada varia anualmente de acordo com a rentabilidade de cada produto agrícola no mercado e as condições de investimento. Nesse contexto, a pecuária é o investimento menos arriscado no mercado. As espécies combinadas são: o milho, arroz e soja com a gramínea *Panicum Mombaça* e a leguminosa, Campo Grande. Esse produtor também relatou que,

O campo experimental da EMBRAPA fica dentro da fazenda, então, procuro seguir as orientações dos pesquisadores, utilizando as técnicas desenvolvidas pela mesma, que são experimentadas aqui em Paragominas. A EMBRAPA é um multiplicador de sementes de arroz e milho produzindo variedades e eu as experimento. Assim como, o experimento do sistema agrosilvipastoril também foi iniciado aqui na fazenda pela EMBRAPA, em 1980. (Texto extraído de entrevista aplicada no campo, em Maio de 2007).

5.1.2.2 Fazenda E

Esta fazenda pertence a um político local, que reside na cidade de Paragominas. É uma área estimada em 420 alqueires, equivalente a 1.143,45 hectares, e foi adquirida pelo atual proprietário em 1991.

Além de ser uma área de lazer, a atividade predominante nessa fazenda é a pecuária de corte (cria e recria), a transferência de embrião (Nelore), o qual é vendido em leilões e há três anos, e a produção de leite. Há um movimento de exportação de gado de corte para o Líbano, que exige carga mínima de 500 reses no padrão de novilhas de dois anos (entre 450 a 600 kg). Em 2006, o proprietário chegou a exportar 400 novilhas. No mercado interno, a produção de corte é comercializada para os frigoríficos de Paragominas e o leite também abastece laticínio instalado neste município.

Embora este produtor não obtenha financiamento bancário, a estrutura de produção é formada pelo acesso a insumos e implementos agrícolas, bem como a orientação técnica da EMBRAPA Amazônia Oriental e da Secretaria Municipal de Agricultura de Paragominas. Os trabalhadores diretos somam nove, enquanto que indiretos giram em média quinze funcionários.

Assim como as demais fazendas investigadas, esta também tem acesso à rede elétrica pública, abastecimento de água por poço artesiano, esgoto doméstico, e lixo incinerado na fazenda. A água da bacia é utilizada apenas para dessedentação do gado.

Quanto à área de vegetação, segundo o gerente da fazenda, a Área de Preservação Permanente é estimada em seis alqueires (16,33 ha) e a área de capoeirão em 170 alqueires (aproximadamente 462,82 ha).

O tamanho da área de pastagem está em torno de 250 alqueires, cerca de seiscentos e oitenta hectares (680 ha), com as espécies de gramíneas *Brachiaria Brizantha*, *Panicum Mombaça* e *Brachiaria Brizantha*, tipo MG4 e MG5, conforme figuras 15 e 16.



FIGURA 15: Área de pastagem recém manejada na Fazenda E, em Paragominas (PA).



FIGURA 16: Área de pastagem da Fazenda E, em Paragominas (PA).

O manejo da produção pecuária caracteriza-se pelo sistema rotacionado de pasto, o qual se abandona uma área de pasto por 1 a 2 anos, para depois passar a grade e fazer a adubação. O capim é renovado anualmente. A adubação se faz no início do inverno. O adubo utilizado é o “Agrário”, na quantidade de 1.000 kg por alqueire. Há suplementação animal com a introdução de capineiras com cana de açúcar, milho e sorgo, no período de inverno.

As pragas comuns desta área são: “mata pasto”, “lacre”, “vassoura de botão” e “assa peixe”. A praga “mata pasto” vem sendo controlado com o herbicida “Tordon”. Entretanto, a limpeza do pasto se faz pelo roçado manual no período de fevereiro a junho, com trabalhadores temporários. Em 2006, foram gradeados 30 alqueires (81 ha) e em 2007, cerca de 80 alqueires (217,08 ha). A partir do ano de 2008 será introduzida a rotação de cultura, com o cultivo de milho, já que esse produto está com bom preço no mercado.

Indagado a respeito das técnicas conservacionistas, o gerente entrevistado informou que não tem conhecimento dessas técnicas. Portanto, o sistema de manejo dessa fazenda é convencional.

O quadro 10 complementa algumas informações a mais sobre a atividade pecuária desta fazenda. A figura 21 apresenta a área da fazenda e os padrões de uso do solo da mesma.

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)	
ITENS	VALORES
Nº de cabeças	2.200 cabeças (entre 1999/00). Hoje, são 1.200.
Lotação (UA/ha)	4/ha no verão (em 2007).
Calagem (kg/ha)	Nunca usou os dez anos que trabalha na fazenda
Sal (kg/tempo)	Consumo: 25 kg/verão e 12,5 kg/inverno
Queima (Período)	Não realiza.

QUADRO 10: Manejo da pecuária na Fazenda E.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.

5.1.2.3 Fazendas F, G e H

Trata-se de três fazendas, cujo proprietário é um político de grande expressão regional e nacional. Embora não tenha sido possível coletar dados mais precisos sobre as fazendas, devido à ausência do proprietário e do gerente, coletou-se que a Fazenda F é a sede de um grupo de fazendas, sendo que além das três situadas na bacia do igarapé do Sete (figuras 17, 18 e 19), somam-se mais quatro fazendas.



FIGURA 17: Área da Fazenda F, em Paragominas (PA).



FIGURA 18: Área da Fazenda G, em Paragominas (PA).



FIGURA 19: Área represamento do igarapé Sete, na Fazenda H, em Paragominas (PA).

O informante não soube estimar o tamanho exato dessas áreas, porém, tomando como referência, a interpretação de imagem de satélite, o limite da bacia, o limite da rodovia PA-125 e os pontos de amostragem da água coletados nas áreas destas fazendas, estimou-se que a Fazenda E, possui aproximadamente 600 hectares, sendo que 500 hectares devem estar dentro do limite dessa bacia. Já para as fazendas D e F não foi possível se estimar seus limites, mas considerando que tanto essas duas quanto as demais fazendas desse proprietário estão localizadas a esquerda da PA-125 e são contíguas, juntas devem somar aproximadamente 10.000 hectares.

Todas as fazendas seguem o mesmo padrão, estando voltadas para atividade de pecuária extensiva de corte. O mercado consumidor interno localiza-se nos municípios próximos a Paragominas, como Mãe do Rio e Aurora do Pará, ocorrendo também exportação da produção para a Arábia. O gado comercializado é escoado pela PA-125, via de acesso às fazendas, e os compradores vêm buscar a mercadoria nas mesmas.

O proprietário recebe financiamento do Banco da Amazônia e possui acesso aos implementos agrícolas, a insumos agrícolas e assistência técnica privada. Os trabalhadores fixos somam sete funcionários residentes na Fazenda F, responsáveis pelos trabalhos em todas as fazendas. Eventualmente, contratam-se trabalhadores para fazer o serviço de manutenção das propriedades.

Quanto à infra-estrutura das mesmas, apenas a Fazenda F possui acesso à energia elétrica, embora, segundo o informante, não tenha energia na fazenda há quatro meses, por falta de manutenção da REDE CELPA. O abastecimento de água é feito por sistema de encanamento, pela água do igarapé do Sete. O lixo é incinerado ou enterrado e o esgoto escoado por fossa doméstica.

A água do igarapé, na área da Fazenda F é represada e utilizada para dessedentação do gado, para o consumo doméstico, para o lazer, pesca e transporte dos trabalhadores. Foi informado que até o ano de 1992, funcionava uma turbina que gerava energia elétrica para a fazenda. Porém, foi desativada por falta de manutenção. Na Fazenda H o igarapé também está represado e o objetivo maior é a dessedentação do gado. O regime de produção é a pecuária extensiva, com pastagem formada por espécies de *Brachiaria Brizantha* e *Panicum Mombaça*.

Estima-se a concentração de 4.680 cabeças no ano de 2007 e de 3.500 cabeças no verão de 2006. O consumo de sal é de 350 kg mensal (sal *Foz 15*) e no verão, chega a 450 sacas (30 kg cada). As três fazendas são de engorda e recebem o gado de outras fazendas do proprietário, localizadas na região. Segundo o informante, a manutenção da pastagem é fraca, pois a única coisa que se faz é o roçado manual, alimentação do gado (sal) e vacinação. Para ele, a roçada manual é um problema, já que quando roçam, espalham as sementes de pragas pelo pasto. O agrotóxico “Tordon” é utilizado para matar a praga “mata pasto”, mas a quantidade é aleatória. O manejo da pecuária nestas fazendas encontra-se no quadro 11, apresentando dados estimados.

NÚMEROS MÉDIOS NO ÚLTIMOS CINCO ANOS (2003 a 2007)	
ITENS	VALORES
Nº de cabeças	4.680 cabeças (2007) e 3.500 (2006)
Lotação (UA/ha)	-
Calagem (kg/ha)	-
Sal (kg/tempo)	350 kg mensal (sal <i>Foz 15</i>) e 450 sacas (30 kg, cada.) no verão.
Adubação (kg/ha)/Tipo	-
Manutenção	Roçado manual; uso do herbicida Tordon

QUADRO 11: Manejo da pecuária nas fazendas F,G e H.

Fonte: Dados de campo. Maio de 2007.

Há necessidade de reformar o pasto para que a produtividade seja maior. O depoimento do informante revela a situação atual das fazendas no que diz respeito ao manejo da atividade pecuária.

É preciso mais investimento nesta área. A patroa, atual esposa do patrão, só chega aqui pra levar o gado. Ela só quer saber do dinheiro. Quando vou falar com ela do que tá precisando nas fazendas, ela reclama e diz que eu tenho que dar conta. Ela diz isso porque não entende de nada. Eles são uma qualidade de gente que não anda na própria terra. Eu tô querendo ir embora. Não dá pra trabalhar assim, nesse abandono. Nós precisamos das coisas pra trabalhar, mas eles não mandam. Eu falo pro gerente o que tá faltando pra trabalhar e ele diz pra eu me virar, dar um jeito. Nem manutenção da cerca tá sendo feito. Já falei pro gerente que o gado tá passando pro vizinho e ele não tá nem aí. A gente vive na dificuldade. Mas eles estão sempre mandando gado e eu me viro pra engordar os bichos. Esse mês saiu 120 cabeças de 520 kg. Ano passado (2006), eu agüentei 3.500 cabeças no verão. Mas no inverno, eu agüento no máximo, 4.800 cabeças. Mas, se tivesse manutenção boa, a produtividade seria maior. Daqui a pouco, vão ter que reformar toda essa pastagem, que já tá virando um “juquirão”. Aí eles vão ver o que é gastar. (Texto extraído de entrevista aplicada no campo, em Maio de 2007).

O informante também relatou que desconhece as técnicas conservacionistas de manejo do solo, mas já participou de uma palestra de orientação da EMBRAPA Amazônia Oriental, a respeito do manejo da pecuária, porém, segundo ele, pelo comportamento do proprietário, esse não tem interesse em aplicar essas técnicas. A figura 21 ilustra a localização geográfica da fazenda D; a localização estimada das fazendas E e F e o uso do solo destas fazendas.

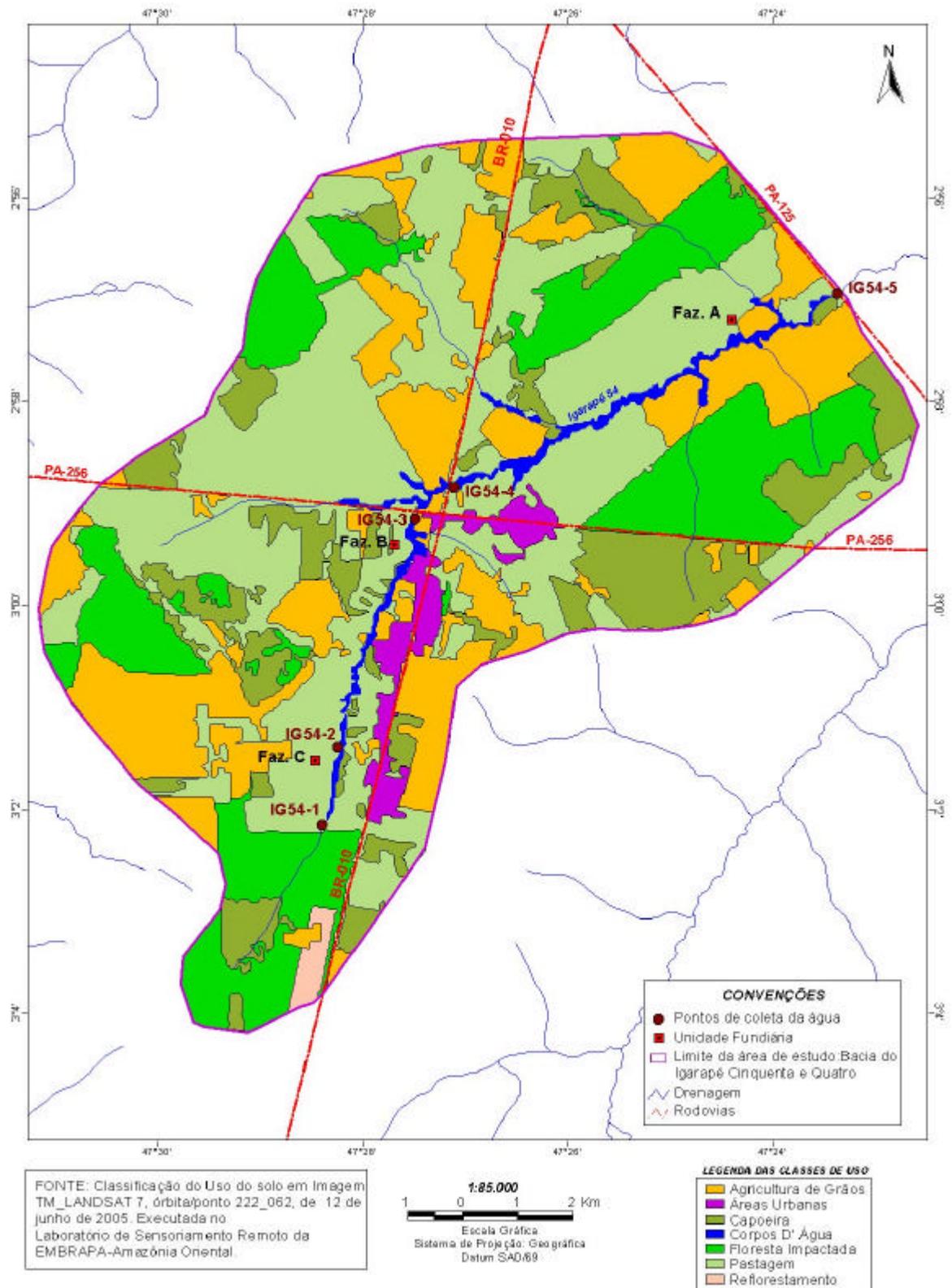


FIGURA 20: Localização geográfica das propriedades estudadas e os pontos de amostragem de água plotados em mapa de uso do solo da bacia do igarapé Cinquenta e quatro.

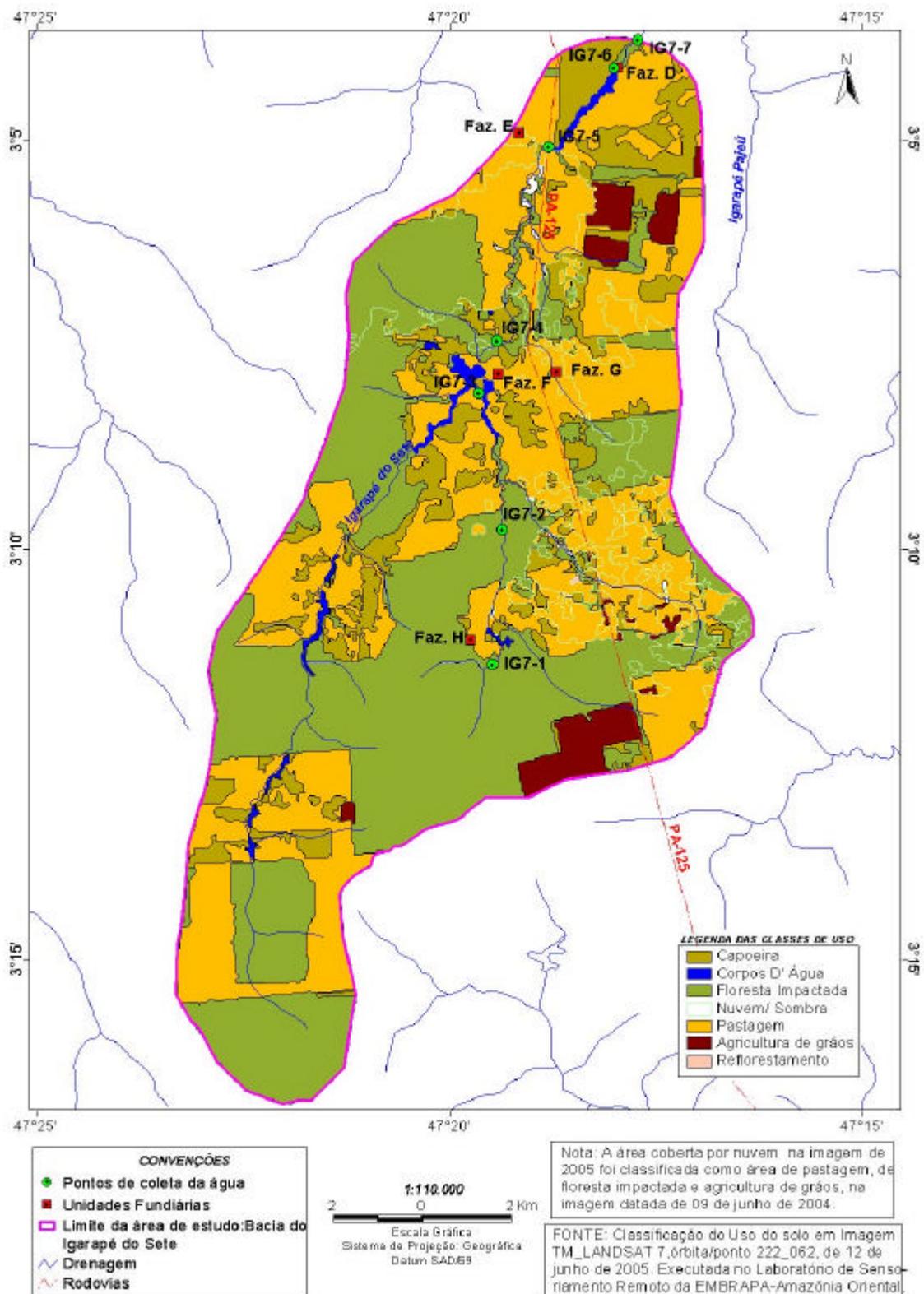


FIGURA 21: Localização geográfica das propriedades estudadas e os pontos de amostragem de água plotados no mapa de uso do solo da bacia do igarapé do Sete.

5.2 PARÂMETROS INDICATIVOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS ESTUDADAS

Esse capítulo aborda as relações entre quatro importantes parâmetros de qualidade da água amostrada em diferentes setores das bacias do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54) e do igarapé do Sete (IG7). Trata-se de dados secundários, que são aqui relacionados com o uso da terra praticado nas áreas a montante de cada ponto de amostragem nos igarapés das duas bacias estudadas, onde estão localizadas as propriedades fundiárias analisadas no presente trabalho. Os parâmetros de qualidade da água aqui considerados são: oxigênio dissolvido (O.D.), condutividade elétrica (C.E.), pH e turbidez.

Sabendo-se que as bacias estudadas não estão enquadradas de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/05, tomou-se como referência, para análise comparativa dos resultados de qualidade da água nessas drenagens, a classe 3 (águas doces), respeitando seus limites qualitativos para cada parâmetro, conforme descrição dessa Resolução, os quais são apresentados no quadro 12. A escolha da classe 3 visa demonstrar as condições de qualidade da água em relação à classe menos exigente para o consumo doméstico; apropriada para dessedentação animal; e com restrições à recreação de contato primário, os quais constituem o uso múltiplo característico das bacias estudadas.

Para analisar os valores encontrados para condutividade elétrica, tomou-se como referência a recomendação da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), que indica que níveis de condutividade superiores a $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ em corpos d'água, em geral, sinalizam ambientes impactados. Portanto, neste trabalho, foi estabelecido o limite aceitável de até $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ para condutividade elétrica, já que a Resolução CONAMA N° 357/05 não estabelece índices para tal parâmetro.

PARAMETROS	CLASSES DE ÁGUA DOCE				
	ESPECIAL	1	2	3	4
LIMITES					
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1})	-	> 6	> 5	> 4	> 2
Turbidez (FTU)	-	40	100	100	-

QUADRO 12: Limites dos parâmetros de qualidade para classe de águas doces, estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05.

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005.

A seguir, são apresentados os valores de oxigênio dissolvido (O.D.), condutividade elétrica (C.E.), pH e turbidez em cada um dos cinco pontos de amostragem no IG54 e dos sete pontos no IG7, medidos durante o período de abril de 2003 a agosto de 2005.

5.2.1 Oxigênio Dissolvido

Conforme o gráfico 07 e o quadro 13, os valores de oxigênio dissolvido (O.D.) no IG54 variam entre 0,0 a 7,9 mg l⁻¹. Os pontos de coleta IG54-3 e IG54-4 apresentaram os menores valores, chegando a apresentar concentrações de oxigênio extremamente baixas, e no caso do IG54-4 nunca atingindo os valores mínimos referentes à classe 3. Tal fato caracteriza condições anaeróbicas fatais para a biota aquática desses sistemas. Os valores mínimos observados em todos os pontos estão abaixo da referência da classe 3 (O.D. < 4 mg l⁻¹), o que demonstra que esse curso d'água da bacia do IG54 não atende às exigências da classe 3 em nenhum de seus trechos. Como consequência esse contribuinte torna-se uma fonte de água de baixa qualidade para a bacia do Rio Uraim, o principal rio da região de Paragominas.

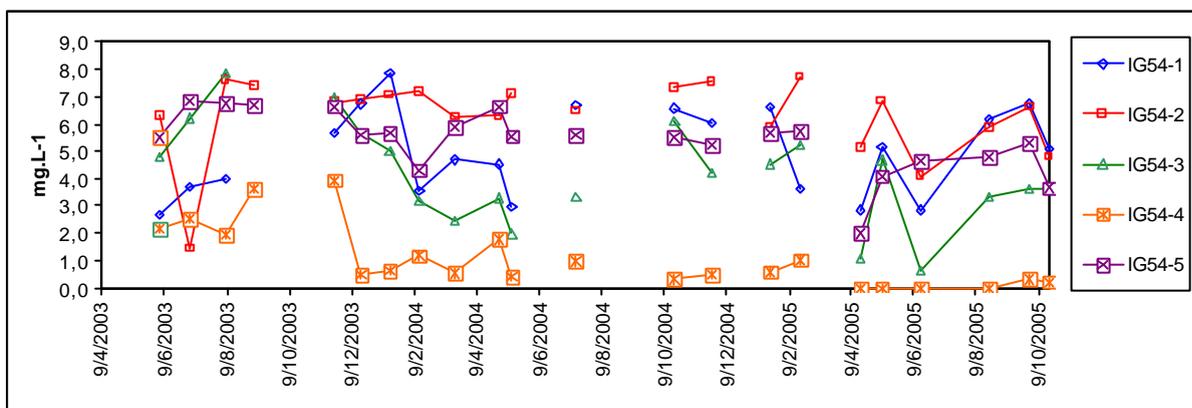


GRÁFICO 07: Variação do oxigênio dissolvido (mg l⁻¹) observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ CINQUENTA EQUATRO			
OD (mg.l ⁻¹)	Méd	Min	Max
IG54-1	5.0	2.7	7.9
IG54-2	6.3	1.5	7.7
IG54-3	4.2	0.7	7.9
IG54-4	1.1	0.0	4.0
IG54-5	5.4	2.0	6.8

QUADRO 13: Valores médios, mínimos e máximos do oxigênio dissolvido (mg l⁻¹) observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

Os valores médios mais elevados de OD nos pontos IG54-1 e IG54-2 em comparação aos outros pontos de amostragem, no entanto, indicam que embora a vegetação original de sua

área de cabeceira esteja impactada, essa vegetação ainda cumpre um pequeno papel para manutenção de taxas mais adequadas do oxigênio dissolvido na coluna d'água, pelo menos na maioria dos meses do ano, conforme gráfico 07.

Os valores críticos de IG54-4 já destacados retratam os impactos referentes ao setor da bacia onde estão concentradas atividades agropecuárias (figura 20), principalmente da Fazenda B, uma vez que, embora seja um ponto de coleta localizado em terras da Fazenda A, este situa-se no trecho inicial onde o IG54 cruza a área da Fazenda A. As práticas de manejo adotadas na Fazenda B resultam em solos desprotegidos de cobertura vegetal e, portanto, expostos as maiores taxas de lixiviação de nutrientes, que por sua vez, induzem a eutrofização do sistema aquático, redundando em quedas das concentrações de oxigênio. Trata-se de uma área de 1.100 ha, cuja produção é exclusivamente agrícola, com cultivos de milho, arroz e soja, adotando o preparo do solo por meio de gradagem no período do verão (junho a dezembro). A remobilização de nutrientes em consequência dessa prática, aliada à adubação com NPK (250 a 400 kg ha⁻¹), realizada no início da estação chuvosa, em janeiro, em cada uma das áreas de 360 ha plantadas com os três cultivos de grãos, e ainda à adubação por cobertura no caso do milho (360 kg ha⁻¹), torna propício o aumento da lixiviação de nitrogênio e outros nutrientes. Estes acabam por contribuir para as quedas do oxigênio dissolvido, como citado anteriormente. Essa dinâmica de transferência de nutrientes dos solos para as águas dos igarapés é favorecida pela ação das chuvas intensas, comuns nesse período do ano na região, o qual se prolonga até o mês de maio.

Já o ponto IG54-3, localizado numa ponte sobre a PA 256, e que também registra baixíssimas concentrações de O.D., com valores chegando a 0,7 mg L⁻¹ possui área drenada a montante com uso da terra diverso (floresta, reflorestamento, pastagem, agricultura, urbanização). No entanto, a influência maior do uso da terra, aliada ao ambiente lântico promovido por represamento a cerca de 5 metros a montante desse ponto, deve se dar principalmente pelas extensas pastagens que margeiam esse igarapé nesse setor, assim como uma pequena área de agricultura, que contorna uma de suas margens imediatamente a montante de IG54-3. Embora ocorra área urbana nesse setor da bacia, área essa localizada a partir do Km 12 da BR-010 (figura 20), não se verificou no campo qualquer lançamento de esgoto doméstico diretamente no igarapé, o que poderia aumentar as atividades bacterianas e, conseqüentemente, o aumento do consumo de oxigênio.

As entradas de nutrientes devido a essa atividade antrópica devem, portanto, se dar por meio dos fluxos subterrâneos difusos, onde as propriedades físicas e químicas dos solos,

funcionando como verdadeiros filtros atenuam em certa medida tais entradas de compostos e elementos químicos dissolvidos nas águas subterrâneas.

Fator que não pode ser esquecido na análise da variação espacial das concentrações de O.D. nesse igarapé é o comportamento de sua corrente, inicialmente caracterizando um ambiente lântico em IG54-1 e IG54-2, e a partir de IG54-3 até IG54-5 um ambiente lótico. Apesar disso não observou-se aumento de O.D. em IG54-3 ou IG54-4, mas apenas em IG54-5.

Entretanto, o valor médio de O.D. mais elevado em IG54-5 deve-se as medidas tomadas nos anos de 2003 e 2004, pois a partir de 2005, quando registra-se a expansão das áreas de cultivo de grãos na Fazenda A, as concentrações de O.D. decrescem substancialmente e atingem níveis que chegam a apenas 2,0 mg l⁻¹ em abril daquele ano, justo no auge do período de cultivo agrícola, a cerca de um mês da colheita de grãos.

Quanto ao Igarapé do Sete (IG7), as concentrações de O.D., conforme apresentado no gráfico 08 e no quadro 14, variaram entre 1,4 a 8,2 mg l⁻¹. O valor médio foi bem menor em IG7-1, e maior em IG7-2, porém este bem próximo dos valores de IG7-3, IG7-4, IG7-6, e IG7-7. Já o ponto IG7-5 situou-se em patamar médio intermediário.

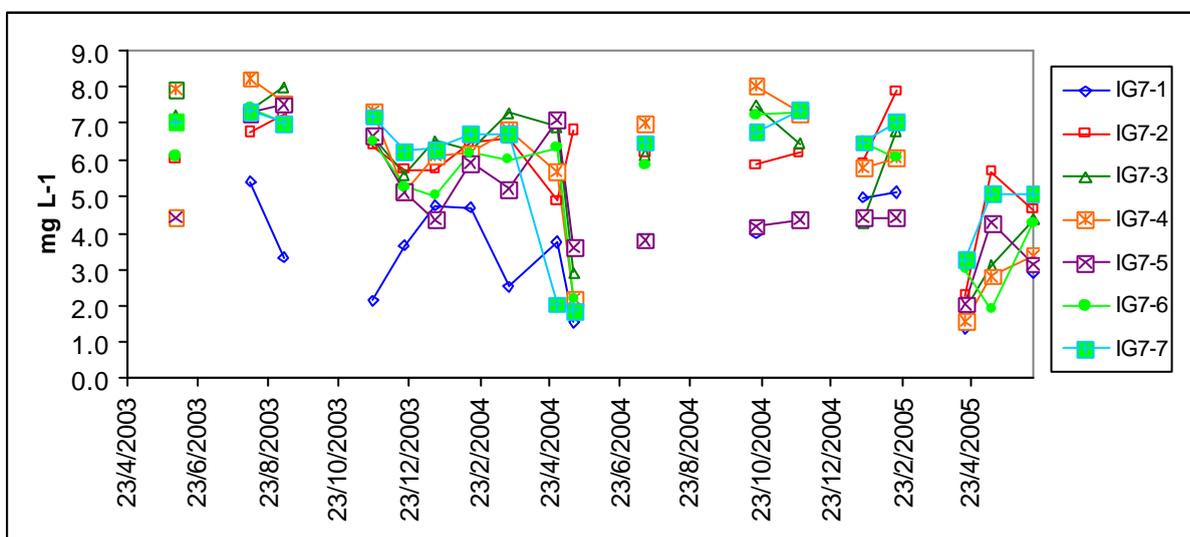


GRÁFICO 08: Variação do oxigênio dissolvido (mg l⁻¹) observado nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete (IG7), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ DO SETE			
OD (mg.l⁻¹)	Med	Min	Max
IG7-1	3.6	1.4	5.4
IG7-2	6.0	2.3	7.9
IG7-3	5.8	1.9	8.0
IG7-4	5.8	1.6	8.2
IG7-5	4.9	2.0	7.5
IG7-6	5.7	1.9	7.4
IG7-7	5.9	1.8	7.4

QUADRO 14: Valores médios, mínimos e máximos do oxigênio dissolvido (mg l⁻¹) observados nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete (IG7), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

Inicialmente observa-se que em todos os pontos de coleta o valor referência de O.D para a classe 3 não foi atingido em momento algum (vide os valores mínimos nos pontos de coleta em IG7 no quadro 14). Tal fato demonstra que esse curso d’água, assim como o IG54, não atende aos padrões determinados pela Resolução do CONAMA para a classe 3.

No entanto, de uma forma geral, como pode ser apreciado pelas suas concentrações médias de O.D., o IG7 apresenta qualidade de água superior ao IG54, se observado o gráfico 07, apresentado anteriormente na página 58. Pode-se concluir que tal resposta da qualidade da água ao uso da terra se dá por conta de maiores áreas percentuais de agricultura e pastagem em IG54.

Quanto à variação espacial das concentrações de O.D. no IG7, observa-se inicialmente baixos valores em IG7-1 (gráfico 08), o qual reflete a cobertura vegetal presente em sua área drenada a montante – floresta impactada. Trata-se de um ponto situado em um grande lago, resultado do represamento do IG7 já na Fazenda H. Esse lago apresenta uma grande massa de macrófitas aquáticas, cujos processos de decomposição em seu estágio de senescência liberam nutrientes, promovendo assim a eutrofização e consumo de oxigênio no ambiente aquático (ESTEVES, 1998).

É notável que cerca de 3 km a jusante, no ponto IG7-2, a concentração de O.D. tende por vezes a duplicar. Nesse trecho a velocidade de corrente ganha força, gerando turbulência no espelho d’água, enquanto o igarapé atravessa pastos e capoeiras. Adiante no ponto IG7-3, observa-se pequena queda de O.D., que pode novamente ser relacionada ao ambiente lântico amostrado em açude da Fazenda F. No entanto, nesse lago formado pelo novo represamento das águas do IG7, não se observa presença importante de macrófitas aquáticas. Assim, o

decréscimo nas concentrações de O.D. não é intensificado pelos processos ecossistêmicos relacionados com esses vegetais, como no ponto IG7-1.

Mudança importante na variação espacial de O.D. ocorre novamente apenas no IG7-5 (gráfico 08), cuja queda pode estar relacionada à agricultura de grãos iniciada com preparo de área no segundo semestre de 2004 nesse setor da bacia do igarapé do Sete, em propriedade visitada, onde não foi possível aplicar o questionário. A partir dessa data os valores de O.D. caem bastante em IG7-5, chegando a atingir sua concentração mínima registrada – 2,0 mg L⁻¹ (gráfico 08 e quadro 14).

Deixando o ponto IG7-5 o igarapé do Sete passa a drenar áreas de pastagens da Fazenda D, que embora possua grandes áreas de agricultura de grãos, tais áreas ocupam majoritariamente a bacia vizinha, a do igarapé Pajeú. Aparentemente a presença de pastagem nessa propriedade traz alguma recuperação nos valores de O.D. em relação ao IG7-5. No entanto, é visível que, tanto no ano de 2004, como no ano de 2005, no período de abril a junho, a queda de O.D. é acentuada em todos os pontos de coleta, com raras exceções.

Tal fato pode estar associado ao período de transição entre a estação chuvosa e seca, quando as águas pluviais promovem a lavagem dos solos manejados das propriedades agrícolas carreando nutrientes que então provocam a eutrofização do sistema aquático e a conseqüente queda de O.D., que é potencializada pela queda das vazões do IG7 nessa época.

5.2.2 Condutividade Elétrica

Conforme o gráfico 09 e o quadro 15, os valores de condutividade elétrica (C.E.) no IG54 variaram entre 24 e 71 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Em relação a esse parâmetro todos os pontos de coleta satisfazem os limites estabelecidos para os cursos d'água, segundo a CETESB. No entanto, deve-se considerar que esses índices recomendados pela CETESB não contemplam as diferenças existentes em relação ao nível de base da condutividade em diferentes cursos d'água, o qual responde às entradas de íons dissolvidos provenientes do intemperismo dos solos e rochas característicos de cada bacia. Assim sendo, bacias com solos mais intemperizados, e, portanto, mais pobres em cátions e ânions disponíveis para solubilizar e adentrar o sistema aquático possuem níveis de base de C.E. naturalmente mais baixo, e somente entradas muito elevadas, provenientes de alterações no compartimento terrestre da bacia, podem fazer com que a condutividade atinja ao valor de 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nas águas fluviais. Assim sendo, apenas esse parâmetro pode não ser

suficiente para demonstrar ou não a qualidade da água fluvial de uma bacia com solos mais intemperizados e pobres em nutrientes.

O ponto IG54-1 apresenta valores mais altos de C.E. coincidentes com a época seca devido a menor diluição dos nutrientes presentes na água fluvial, a qual tendeu nesse ponto a ser mais efetiva, uma vez que a coluna d'água era muito rasa e lamosa nesse período de pouca chuva. Tal quadro, obviamente, não pode ser comparado com os demais pontos de coleta no IG54, sejam em ambientes lânticos ou lóticos, que possuem vazões bem maiores mesmo na estação seca.

Descartando-se assim a comparação do ponto IG54-1 com os demais pontos, constata-se que os pontos IG54-3 e IG54-4 foram aqueles com os maiores valores médios de C.E. o que pode estar relacionado à lixiviação de nutrientes das áreas de cultivo de grãos na Fazenda B, conforme já mencionado nos comentários sobre os resultados de O.D. no IG54.

Há de se destacar ainda o valor máximo de C.E. no ponto IG54-5, ponto este que vem sendo monitorado desde 1996, e nunca havia atingido valores acima de $40 \mu\text{S cm}^{-1}$ até o ano de 2005. Tal fato reflete a expansão da área de grãos ocorrida na Fazenda A justamente a partir do ano de 2005, o que inclusive pode ter ocasionado quedas nas concentrações de O.D. como já citado no item anterior.

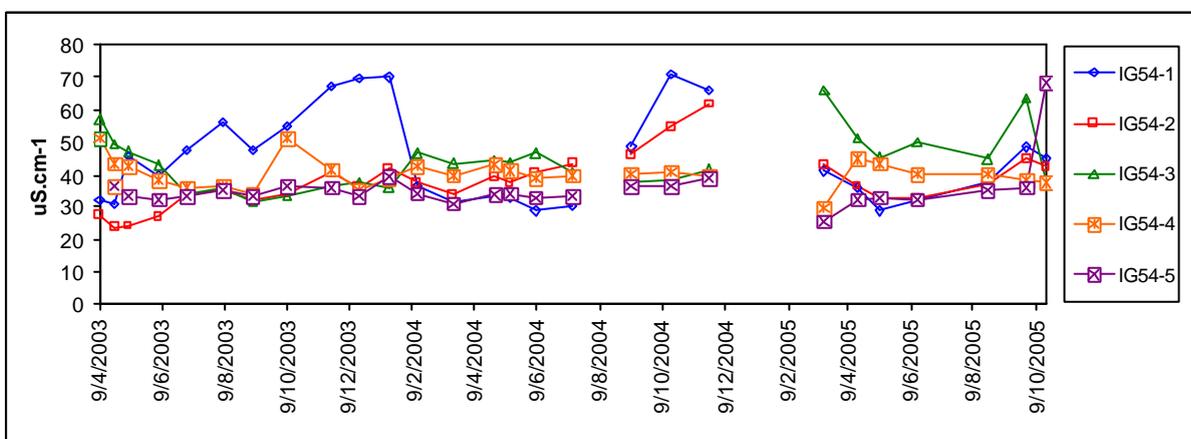


GRÁFICO 09: Variação de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observada nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.
Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ CINQUENTA E QUATRO			
C.E ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Méd	Min	Max
IG54-1	45	29	71
IG54-2	38	24	61,5
IG54-3	44	31	66
IG54-4	40	30	51
IG54-5	36	26	68

QUADRO 15: Valores médios, mínimos e máximos de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observados nos 7 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.

FONTE: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

Quanto ao igarapé do Sete (IG7), os valores de condutividade elétrica (C.E.), conforme apresentado no gráfico 10 e no quadro 16, variaram amplamente de 24 a 76 $\mu\text{S cm}^{-1}$, destacando-se os menores valores médio, mínimo e máximo em IG7-2.

Considerando-se a recomendação da CETESB, o IG7 também não apresenta índices maiores que 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Tal fato enquadraria esse curso d’água em qualidade satisfatória, não fora os valores medidos para os demais parâmetros de qualidade de água. Aqui cabe, no entanto, fazer a mesma observação relacionada aos diferentes níveis de base para diferentes sistemas solos-rocha nas bacias consideradas, o que faz com que esse parâmetro não possa ser utilizado isoladamente para atribuir qualidade à água em questão.

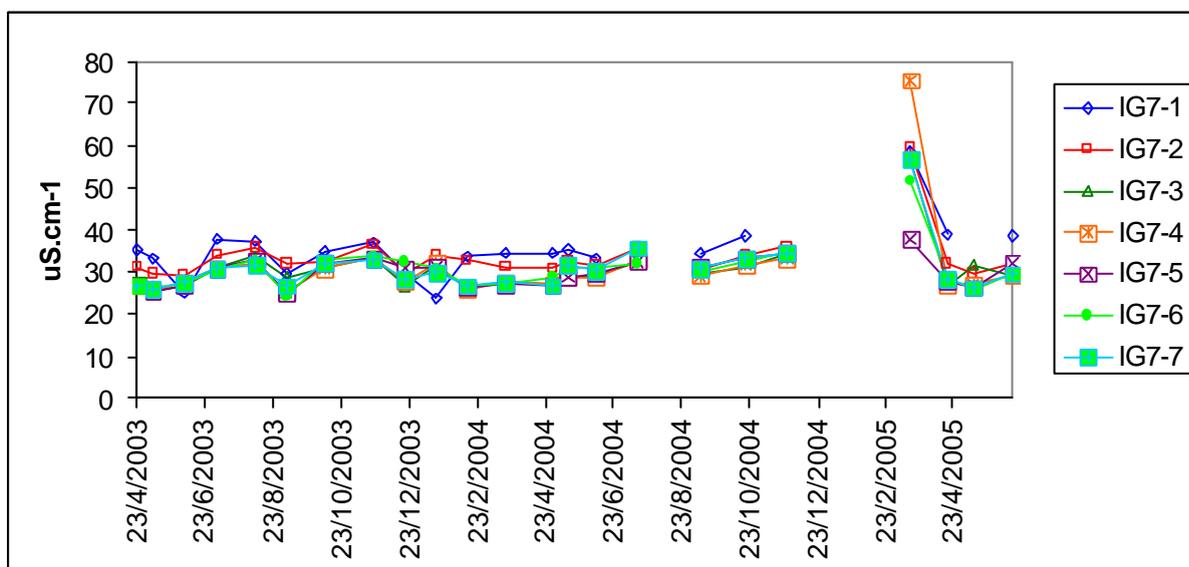


GRÁFICO 10: Variação de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observada nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.

FONTE: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ DO SETE			
C.E ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Méd	Min	Max
IG7-1	35	24	59
IG7-2	6	2	59.4
IG7-3	31	25	57
IG7-4	31	25	76
IG7-5	30	25	38
IG7-6	31	24	52
IG7-7	31	26	57

QUADRO 16: Valores médios, mínimos e máximos de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) observados nos 7 pontos de amostragem do Igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

Os elevados valores e média de C.E. no ponto IG7-1 evidenciam taxas importantes na decomposição das macrófitas aquáticas abundantes nesse ambiente, promovendo a liberação de nutrientes para a coluna d’água, conforme já abordado no item referente ao comportamento do oxigênio dissolvido nesse mesmo ponto. Seguindo o igarapé a jusante, a média de C.E. cai paulatinamente. Tal fato evidencia consumo de nutrientes pelas macrófitas ainda no lago a jusante IG7-1, como também pelas espécies vegetais presentes nas margens do estreito igarapé que segue cruzando pastos e capoeiras, conforme observado por Neill *et al.* (2001) em igarapés no Estado de Rondônia.

A partir do ponto IG7-3 até IG7-7 a condutividade parece responder ao manejo mais intenso das pastagens das fazendas D, E, F e G, que constam de gradagem, adubação e nutrição animal com sal. Todas essas práticas liberadoras de nutrientes com potencial de aumento da C.E. nas drenagens das bacias hidrográficas. Observa-se que mesmo com o aumento das vazões à medida que o igarapé segue seu curso não ocorrem quedas da C.E. por diluição, o que sustenta a idéia de que as fontes de nutrientes mantêm-se nas áreas mais a jusante da bacia do IG7.

Os picos de C.E. observados em todos esses pontos de coleta, IG7-3 a IG7-7 (gráfico 10), em resposta a evento extremo de precipitação pluviométrica, corroboram a hipótese de que o manejo dos solos promove a transferência de nutrientes do compartimento terrestre da bacia para as águas fluviais. Tais nutrientes adentram o canal fluvial por meio do arraste de material particulado e dissolvido realizado pelas águas de escoamento superficial nos solos das fazendas.

5.2.3 pH

Conforme observado no gráfico 11 e no quadro 17, os valores de pH no IG54 variaram amplamente (de 4,0 a 7,1). Todos os pontos do IG54 apresentaram pH fora da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA para a classe 3 de águas doces (pH de 6 a 9, quadro 12). Diante de mais um parâmetro, portanto, a qualidade da água do Igarapé Cinquenta e Quatro encontra-se comprometida.

Estranhamente, à medida que se caminha para jusante da drenagem, as águas do IG54 tendem a serem mais ácidas, apresentando pH mais baixo. O esperado em bacias com presença de florestas em suas cabeceiras é que as águas fluviais que drenam áreas florestadas, com solos enriquecidos em matéria orgânica e acidificados, determinem um padrão de variação longitudinal de sua drenagem, com aumento de pH de montante para jusante, conforme observaram Markewitz *et al.* (2001) e Davidson *et al.* (2004), e mesmo na outra bacia estudada em Paragominas (Igarapé do Sete), como será observado adiante (gráfico 12 e quadro 18) e já apontado por Figueiredo *et al.* (2006). Tal fato pode estar indicando alterações ocasionadas pelo manejo dos solos (gradagem, aradura, calagem e adubação) das fazendas ali presentes sobre o ambiente fluvial, onde essa variável físico-química é determinante para o funcionamento do ecossistema aquático, com seus organismos adaptados a condições que uma vez alteradas promovem impactos indesejados nesses pequenos igarapés (NEILL *et al.* 2001).

Um aumento do pH registrados nos pontos IG54-4 e IG54-5 em março de 2005 parece refletir a calagem realizada nas fazendas A e B para a correção da acidez do solo para o cultivo de grãos. As chuvas mais intensas nesse mês promovem o transporte dos cátions (cálcio e magnésio) presentes no calcário aplicado em geral 2 meses antes do plantio dos grãos. Tal fato indica que de fato a ausência de mata ciliar na maior parte nesse trecho do igarapé facilita as transferências de nutrientes dos solos para as águas fluviais.

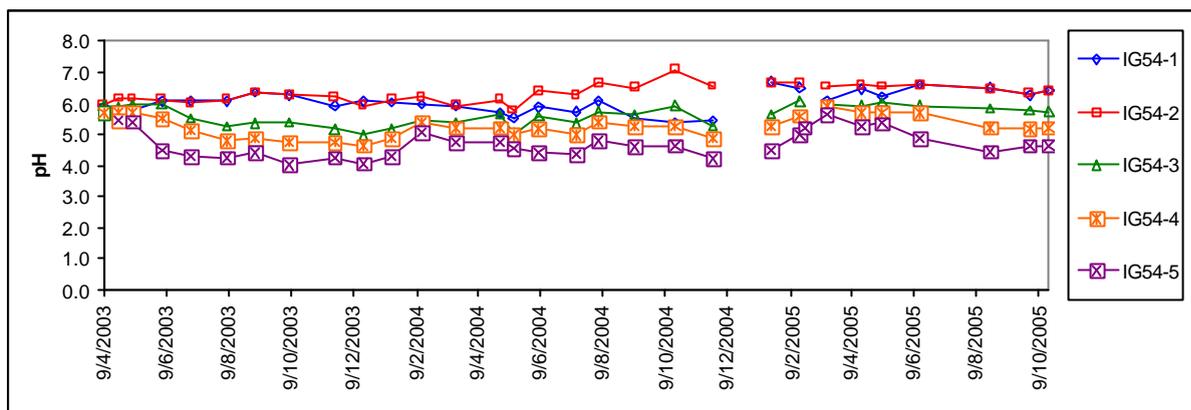


GRÁFICO 11: Variação de *pH* observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ CINQUENTA E QUATRO			
<i>pH</i>	Méd	Min	Max
IG54-1	6,1	5,4	6,7
IG54-2	6,3	5,8	7,1
IG54-3	5,6	5,0	6,1
IG54-4	5,3	4,7	5,9
IG54-5	4,7	4,0	5,7

QUADRO 17: Variação de *pH* observado nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e quatro, nos períodos de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

Quanto ao igarapé do Sete (IG7), os valores de *pH*, conforme apresentado no gráfico 12 e no quadro 18, também variaram amplamente (de 3,5 a 5,6), destacando-se os menores valores médio, mínimo e máximo em IG7-1. Nessa bacia a variação longitudinal segue o padrão esperado: elevação de *pH* de montante para jusante, evidenciando importante fonte de acidez para as águas de drenagem em decorrência do ecossistema florestal presente em sua cabeceira, cujo grau de preservação é maior do que a outra bacia estudada (IG54).

No entanto, assim como no IG54 todos os pontos do IG7 apresentaram *pH* fora da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA para a classe 3 de águas doces (*pH* de 6 a 9, quadro 12). Considerando mais um parâmetro, portanto, a qualidade da água do igarapé do Sete encontra-se comprometida.

Entretanto, esse é um aspecto a ser questionado em relação aos padrões de qualidade de água do CONAMA, pois é comum encontrarmos naturalmente na Amazônia rios e igarapés com *pH* mais ácido do que os de outros biomas brasileiros. São características inerentes aos chamados rios de águas claras, e principalmente rios de águas pretas.

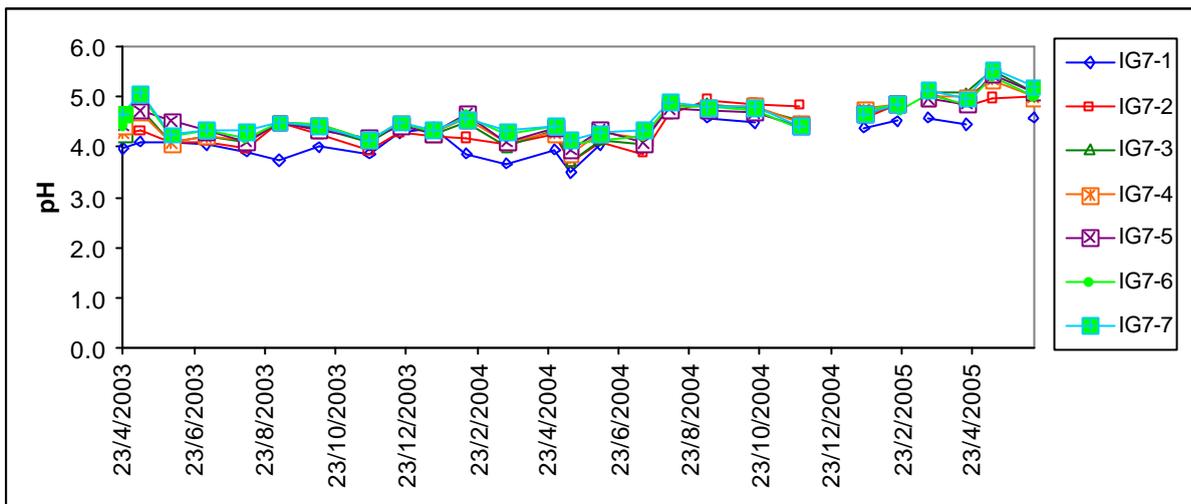


GRÁFICO 12: Variação de *pH* observado nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a janeiro de 2005.

FONTE: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ DO SETE			
<i>pH</i>	Méd	Min	Max
IG7-1	4,1	3,5	4,6
IG7-2	4,4	3,7	5,1
IG7-3	4,5	3,7	5,5
IG7-4	4,5	3,9	5,4
IG7-5	4,5	3,9	5,5
IG7-6	4,6	4,0	5,4
IG7-7	4,6	4,2	5,6

QUADRO 18: Variação de *pH* observado nos 7 pontos de amostragem do igarapé do Sete, nos períodos de abril de 2003 a janeiro de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

5.2.4 Turbidez

Conforme observado no gráfico 13 e no quadro 19, os valores de turbidez no IG54 variaram entre 0 e 699 FTU. Os pontos IG54-2, IG54-3 e IG54-4 apresentaram valores acima do limite de turbidez recomendado para a classe 3 (100 FTU, quadro 12) pela Resolução CONAMA n° 357/05. Assim sendo, considerando-se mais esse parâmetro, a qualidade da água do igarapé Cinquenta e Quatro encontra-se comprometida.

Pelo fato de que o relevo nessa bacia é classificado como plano e suave ondulado, seriam esperadas baixas taxas de erosão, e conseqüentemente baixa entrada de material particulado, baixa turbidez, e pouco assoreamento de cursos d’água, provocados por

processos naturais no ambiente em questão. Dessa maneira, a observação de elevados valores de turbidez indica um alto índice de degradação dos solos e igarapés nessa bacia.

Devido a problemas na metodologia adotada no campo não foram registrados dados de turbidez para o ponto IG54-1, situado na nascente. Entretanto, no ponto imediatamente a jusante, o IG54-2, os valores de turbidez são elevados, muito embora locado em ambiente lântico – o lago formado por uma primeira represa – que favorecem a sedimentação do material particulado atenuando a turbidez. Daí se conclui que a entrada de partículas de solos das pastagens presentes nessa porção da bacia é elevada e demonstra um manejo inadequado da Fazenda Gogó da Ema.

Descendo a jusante, embora ainda seja elevada a turbidez em IG54-3, ocorre uma queda discreta de seus valores. Tal fato pode estar associado a uma maior área do lago formado a montante desse ponto.

Em IG54-4, os valores de turbidez crescem novamente, registrando-se o maior valor medido de turbidez nessas bacias – 699 FTU (quadro 19). No caso deste pico de turbidez, temos indicação de que a gradagem para preparo de área para plantio de grãos na Fazenda B, promoveu entradas elevadíssimas de sedimentos no igarapé assim que ocorreram as primeiras chuvas na estação chuvosa do ano de 2004 (gráfico 01).

Em IG54-5 ocorre, no entanto uma queda expressiva da turbidez. Colaboram na redução da turbidez alguns fatores como: a manutenção de parte da mata ciliar na Fazenda A, principalmente em trecho imediatamente a montante desse ponto de coleta; a presença de mata primária em uma área considerável nesse setor da bacia; e provavelmente, a adoção de algumas técnicas conservacionistas, como, por exemplo, o plantio direto ainda que em pequena área.

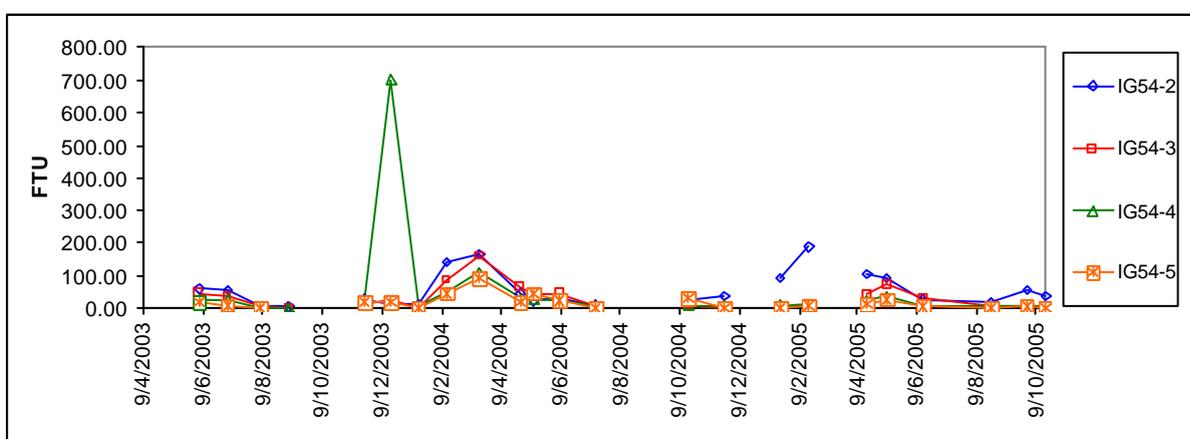


GRÁFICO 13: Variação de Turbidez (FTU) observada nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro, no período de abril de 2003 a agosto de 2005.

Fonte: “Projeto Agrobasias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ CINQUENTA E QUATRO			
Turbidez (FTU)	Méd	Min	Max
IG54-1	-	-	-
IG54-2	53,4	3,9	189,0
IG54-3	29,9	0,0	160,0
IG54-4	47,5	0,6	699,0
IG54-5	17,6	0,0	93,0

QUADRO 19: Valores médios, mínimos e máximos de turbidez (FTU) observados nos 5 pontos de amostragem do igarapé Cinquenta e Quatro (IG54), no período de abril de 2003 a agosto de 2005.

FONTE: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

Quanto ao igarapé do Sete (IG7), os valores de turbidez conforme apresentados no gráfico 14 e no quadro 20, variaram menos do que no IG54, apresentando números de 0 a 103 FTU. Apenas o ponto de coleta IG7-5 apresentou valor de turbidez acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA para a classe 3 de águas doces (100 FTU, quadro 12). Considerando mais um parâmetro, portanto, a qualidade da água do igarapé do Sete encontra-se comprometida, muito embora a turbidez tenha excedido o limite da classe 3 apenas numa amostragem e em apenas um ponto de coleta, justo num evento extremo de precipitação. Porém, observou-se que nesse mesmo evento todos os outros pontos de coleta apresentaram turbidez bem próxima ao limite, o que demonstra que esse igarapé está propenso a ter uma queda muito acentuada na qualidade de suas águas em relação à concentração de material particulado, caso a ocupação de sua bacia siga o comportamento observado nos últimos anos.

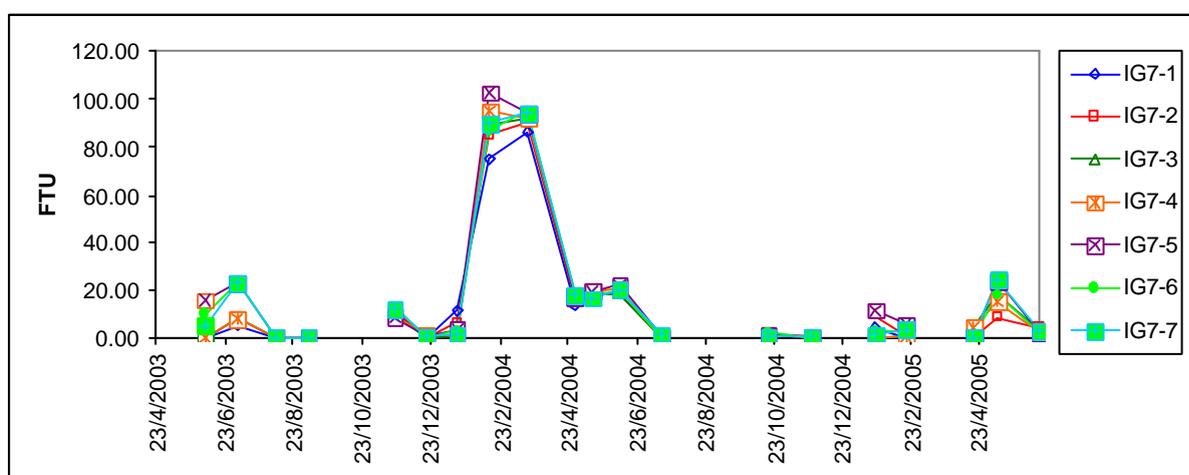


GRÁFICO 14: Variação de turbidez (FTU) observado nos 7 pontos de amostragem do Igarapé do Sete, no período de abril de 2003 a janeiro de 2005.

FONTE: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

IGARAPÉ DO SETE			
Turbidez (FTU)	Méd	Min	Max
IG7-1	13,6	0,0	86,0
IG7-2	13,3	0,0	90,0
IG7-3	13,4	0,0	92,0
IG7-4	13,8	0,0	95,0
IG7-5	16,9	0,0	103,0
IG7-6	13,4	0,0	95,0
IG7-7	15,1	0,0	94,0

QUADRO 20: Variação de turbidez (FTU) observado nos 7 pontos de amostragem do Igarapé do Sete, no período de abril de 2003 a janeiro de 2005.

FONTE: “Projeto Agrobacias”, Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

A variação espacial da turbidez foi bem homogênea entre os pontos de coleta apresentando comportamento bastante semelhante com exceção do IG7-5, o qual pode ser atribuído a descarga de sedimentos oriundos do escoamento de águas superficiais diretamente da rodovia não pavimentada que cruza o igarapé nesse ponto de amostragem, a PA-125. Assim sendo, conclui-se que o uso da terra praticado nessa bacia não está até o momento promovendo grandes alterações na turbidez, excetuando-se eventos pontuais devido a influência da drenagem da rodovia citada.

Por fim, ressalta-se que o parâmetro que melhor refletiu a degradação ambiental das bacias avaliadas foi o oxigênio dissolvido. Assim sendo, deve ser este o parâmetro mais indicado para o monitoramento das águas das bacias da região estudada.

5.3 FATORES CONDICIONANTES DAS RELAÇÕES DAS PROPRIEDADES RURAIS COM OS IMPACTOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS ESTUDADAS

Nesse estudo, observou-se que existem alguns fatores condicionantes que influenciam no manejo das propriedades rurais, determinando as mudanças de uso da terra e de cobertura vegetal na área de estudo. Tais condicionantes e mudanças na paisagem resultam em impactos diferenciados alterando a qualidade da água nos cursos d’água das bacias estudadas.

Os fatores condicionantes identificados foram: (a) Ocupação da terra e padrões de manejo da propriedade rural adotado pelos diferentes agentes sociais atuantes nas bacias estudadas; (b) Descumprimento da legislação ambiental que institui uma política de preservação dos recursos naturais, sobretudo, dos recursos hídricos; (c) Interesses econômicos, que priorizam produtividade e lucratividade imediata, em detrimento da sustentabilidade do capital natural água; (d) Tecnologias agropecuárias conservacionistas, que

não apresentam uma visão integrada entre os componentes da paisagem, desconsiderando impactos sobre os recursos hídricos.

Ocupação da terra e diferentes padrões de manejo da propriedade rural

A forma de ocupação da terra e de manejo da propriedade rural constitui um fator condicionante desse processo de mudanças na paisagem que refletem na qualidade das águas das bacias. As unidades fundiárias estudadas são representadas por arrendatários e proprietários rurais. Dentre esses proprietários, uns trazem na sua história uma cultura e condição de vida ligada à terra, e outros são ligados à vida política local e/ou nacional, cujas condições financeiras não dependem diretamente da produção agropecuária de suas fazendas.

Parte desses proprietários é natural das regiões sul e sudeste do país e apresentam um histórico de vida ligado à economia rural e, portanto, com vivência e sustento familiar diretamente relacionado com suas terras. Esse é o caso dos proprietários das fazendas A, B e D.

Por outro lado, no caso das fazendas F, G e H, cujo proprietário é sócio majoritário de uma empresa do ramo do agronegócio e político de atuação nacional. E no caso da Fazenda E, cujo proprietário é um político local, as relações dos proprietários com suas terras têm foco exclusivo no valor comercial e econômico, mesmo não se constituindo essas, como principal fonte de renda, e apresentam ausência completa de vínculo sócio-cultural.

Esses dois tipos de relação influenciam nas práticas de manejo do solo, porque o grupo que mantém o vínculo cultural e seu sustento, dependente da produção de sua propriedade tende a buscar um manejo mais sustentável do solo, preocupando-se em certa medida, com a sustentabilidade do capital natural de sua fazenda. Desse modo, o grupo em questão busca obter também produtividade a médio e longo prazo, e não apenas uma lucratividade mais imediata.

Por outro lado, o segundo grupo, o qual estabelece uma relação basicamente comercial com suas fazendas, e não dependem exclusivamente da produção dessas terras, adotam um manejo essencialmente convencional do solo, utilizando baixa tecnologia e pouquíssimos investimentos no manejo, mesmo possuindo e obtendo recursos financeiros para tal. Por se tratar de pecuaristas, essas propriedades apresentam perfil semelhante às pastagens degradadas encontradas em todas as regiões do Brasil.

Vale ressaltar que embora, das oito fazendas estudadas, apenas uma, represente propriedade em arrendamento, o caso da Fazenda B na bacia do IG54, pôde-se observar no

depoimento desse arrendatário, que sua relação com a terra visa exclusivamente a alta produtividade do solo. Isso se deve a necessidade de compensar os elevados custos de arrendamento. Portanto, segundo esse produtor, o arrendatário trabalha em dobro e tem mais cuidados com o manejo do solo do que o proprietário. Porém, esse manejo está diretamente ligado apenas à produtividade do solo, sem haver, no entanto, a preocupação com a sustentabilidade do capital natural da propriedade. Esse aspecto reforça que a relação de ocupação da terra é um fator determinante para se avaliar os impactos sobre a qualidade da água.

Quanto aos padrões de uso do solo, as bacias do IG54 e do IG7 apresentam padrões, onde predomina o uso da pecuária e uma crescente agricultura de grãos em larga escala, sobretudo na bacia do IG54. Nesse escopo, identifica-se que o primeiro grupo de proprietários é constituído, portanto, por latifundiários que são pecuaristas, sendo que alguns desses passam hoje a atuar também no ramo da produção comercial de grãos.

Esse primeiro fator condicionante identificado é importante e precisa ser considerado na geração de planos de desenvolvimento sustentável na região estudada. As formas de ocupação e os padrões observados apresentam práticas de manejo diferenciadas e estas, determinam diferenças significativas no que diz respeito aos impactos sobre a qualidade da água.

A agricultura mecanizada de grãos, de uma maneira geral, provoca maiores impactos ambientais do que a pecuária. Tal fato decorre de que esse tipo de atividade agrícola é realizado por meio da preparação anual e pesada do solo, gerando processos erosivos em diferentes graus, grandes enxurradas, uso intensivo e/ou abusivo de insumos agrícolas, degradação acelerada do solo, etc. Esses aspectos interferem, por sua vez, diretamente na qualidade dos recursos hídricos afetando, sobretudo, os fluxos biogeoquímicos, o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e o uso múltiplo da água.

Na bacia do IG54, onde a produção de grãos ocupa áreas maiores, constatou-se que o impacto sobre a qualidade da água é bem maior do que o observado na bacia do IG7, onde predomina a pecuária. Dentre os parâmetros de qualidade da água analisados, as maiores alterações foram observadas exatamente nos pontos de coleta sob influência do cultivo de grãos, como é o caso das águas do igarapé na Fazenda B, assim como na Fazenda A, onde no ano de 2005 a produção de grãos aumentou.

Por sua vez, na Fazenda D, na bacia do IG7, observou-se que os impactos na qualidade da água são mais evidentes nos pontos de coleta sob influência de cultivo de grãos nessa fazenda e em outra propriedade, a qual não foi possível incluir neste estudo. Quando se

considera os demais trechos do IG7 analisados na bacia e ocupados principalmente por pastagens, observa-se que são menores os impactos nos igarapés.

Descumprimento da legislação ambiental relativa aos recursos hídricos

O descumprimento da legislação ambiental do país por parte dos agentes sociais estudados é outro fator que condiciona uma prática de uso solo que impacta diretamente os recursos hídricos das bacias dos igarapés Cinquenta e Quatro e do Sete.

As Leis nº 9.433/97 e nº 4.771/65 são apenas dois, de alguns dispositivos legais que tratam de aspectos importantes no que diz respeito à preservação dos recursos naturais, levando em consideração a visão integrada dos componentes água e solo, e que, por não estarem sendo respeitados, vêm gerando sérios agravantes ambientais e sociais, quando afetam o princípio do uso múltiplo destas bacias.

A Lei nº 9.433/97 (Lei da Águas) considera o princípio do uso múltiplo da água como um de seus fundamentos, segundo o qual os diferentes usuários passam a ter igualdade de direito sobre o uso. A outorga dos direitos de uso, um dos instrumentos desta Lei, deve inclusive preservar o uso múltiplo. Outro aspecto importante da Lei das Águas é o enquadramento dos corpos de água, em classes, segundo os usos preponderantes da água. Trata-se de um instrumento, onde há atenção para com a questão da qualidade da água, visando assegurar às águas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. A Resolução CONAMA nº357/05 dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos d' água.

Quanto a Lei nº 4.771/65, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, estabelece a preservação dos recursos florestais, considerando seu papel mantenedor da sustentabilidade dos demais recursos naturais. Essa Lei, por exemplo, institui as Áreas de Preservação Permanente (APP's) e a constituição de Reserva Legal em toda propriedade rural, com áreas de abrangência também estabelecidas por esta Lei.

Decreta que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta lei estabelecem. E ainda enfatiza que as ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade (BRASIL, 1965).

As leis descritas acima, em grande parte, não estão sendo cumpridas pelos proprietários rurais da área de estudo. Estudos de Venturieri *et al* (2005) e Watrin, Maciel e Thales (2007) indicam a drástica redução da mata ciliar nestas bacias, assim como foi observado que a maioria desses proprietários não cumpre a lei da Reserva Legal, ocupando suas áreas com pastagem e a agricultura mecanizada.

O não cumprimento da lei de Reserva legal e a degradação da mata ciliar provocam *a redução da biomassa nativa e da produtividade das culturas, refletindo-se na economicidade das lavouras e do pastoreio* (PEQUENO *et al*, 2002). Isto porque o processo de erosão e empobrecimento do solo se acelera, gerando maior dependência de insumos e como consequência, o transporte de sedimentos e poluentes químicos para os igarapés.

Desse modo, nota-se que a qualidade da água das bacias do IG54 e do IG7 está sendo comprometida, quando se observa que o parâmetro *pH*, por exemplo, se eleva nas águas do igarapé ao cruzarem as Fazendas B e parte da Fazenda A no IG54. Tal resposta em parâmetro de qualidade de água reflete a retirada da mata ciliar em grande parte da bacia a montante dos pontos de coleta estabelecidos nessas propriedades. Essa resposta se reflete também em mudanças substanciais nas transferências de nutrientes em decorrência do manejo dos solos.

Os valores de turbidez das águas do IG54 também demonstram impactos relativos a ausência de mata ciliar, como já comentado no item sobre qualidade da água. Tal fato reforça a importância das APP's e das florestas na preservação dos recursos hídricos.

A substituição de áreas de floresta pelos usos agropecuários, sem cumprimento da Reserva Legal e APP's nessas áreas, revela que tanto o IG7, como principalmente o IG54, apresentam qualidade da água seriamente comprometida, pois os parâmetros analisados nessas bacias não atingiram os valores satisfatórios à classe menos exigente para o consumo doméstico e dessedentação animal, sendo inapropriada à recreação de contato primário e à proteção das comunidades aquáticas, previstos na Resolução CONAMA nº 357/05.

Este fator atinge gravemente o princípio do uso múltiplo nas bacias estudadas, já que compromete exatamente seus principais usos, caracterizados pelo lazer; o uso doméstico e a pesca, utilizados pelos trabalhadores das fazendas ou pela própria população local, como é o caso da Fazenda C, situada próximo a Rodovia BR-010.

Nesse contexto, outro aspecto relevante que pode ser considerado como uso nocivo da propriedade é o represamento que ocorre no IG7, para dessedentação animal. O represamento do Igarapé do Sete, no trecho que drena a fazenda H, por exemplo, provoca uma queda de oxigênio dissolvido (OD) devido aos processos biogeoquímicos que ocorrem no ambiente lântico da represa. Em seguida, o OD duplica por entrar novamente em ambiente lótico, e no

trecho que passa na Fazenda F o OD decresce mais uma vez, devido ao novo represamento do igarapé nessa propriedade, o qual até o ano de 1992 foi usado na geração de energia elétrica.

O comprometimento do uso múltiplo e da qualidade da água, pelo não cumprimento da Legislação, também está relacionado à incapacidade técnica e de pessoal do Estado na fiscalização das práticas florestais e agropecuárias, além da ausência de políticas públicas que efetivamente subsidiem o gerenciamento dos recursos naturais.

Algumas ações já estão sendo feitas no estado do Pará, onde a Secretaria Estadual de Meio Ambiente-SEMA, através do Núcleo de Hidrometeorologia-NHM, vem tomando a frente à regulamentação e implantação da Política Estadual do Meio Ambiente (Lei nº6381/01) e do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos-SGRH.

A divisão do Pará em sete regiões hidrográficas, por exemplo, é uma de suas ações criada para facilitar o processo de gerenciamento. O modelo adotado para implementar o SGRH-PARÁ tem como fundamento o Sistema de Informações dos Recursos Hídricos, que subsidiará a tomada de decisões (outorga) e monitoramentos desses recursos.

Essas ações vêm sendo desenvolvidas pelo NHM; entretanto, é um trabalho que exige melhor aparato técnico, pessoal capacitado e em maior quantidade, uma realidade ainda pouco apreciada nos órgãos públicos, o que torna a efetivação das políticas ambientais mais lentas. Além disso, o sistema hidrográfico do Pará é composto por vinte grandes bacias e, mesmo que se tenha metodologicamente reduzido a sete regiões hidrográficas, essas ações não conseguem atingir as demandas locais, como no caso das pequenas bacias de Paragominas.

A precária ação fiscalizadora do Estado é citada, inclusive, em depoimento de João Bosco Senna, secretário nacional de Recursos Hídricos, o qual admite que a solução para conciliar o avanço do agronegócio aos danos ambientais é a implementação de instrumentos de fiscalização na região. Ele comenta, por exemplo, que há licenciamento da agroindústria por parte da ANA, quando se trata de um rio federal. Porém, ele ressalta que é um instrumento novo, criado no ano de 1997, mas que na região Amazônica ainda não está bem implementado. (NAVARRO, 2005).

Interesses econômicos em detrimento da sustentabilidade do capital natural água

O fator financeiro é um dos condicionantes mais importantes na determinação da baixa qualidade da água nas bacias estudadas. As práticas inadequadas de uso do solo são adotadas porque o que está em primeiro lugar são os interesses econômicos. A alta produtividade do

solo e a lucratividade imediata se sobrepõem, enquanto que a preocupação com a sustentabilidade do capital natural é quase nula.

Os proprietários rurais da área estudada apresentam padrão socioeconômico relativamente alto e condições de infra-estrutura técnica elevada, pois são produtores comerciais, cuja produção está voltada para o mercado local, regional e internacional.

A maioria desses produtores recebe financiamento bancário e assistência técnica privada para obter rendimentos satisfatórios na sua produção. Entretanto, há produtores que se dispõem a fazer grandes investimentos tecnológicos, no intuito de manejar melhor suas terras. É o caso das fazendas A e D. Por outro lado, há os que investem muito pouco ou quase nada em suas terras, mas, no entanto, com elevados custos ambientais, buscam bons rendimentos na produção. É o caso das fazendas C, F, G e H.

Esses produtores são pecuaristas que têm interesses econômicos diferentes e, portanto, comportamentos distintos quanto aos seus investimentos. Os produtores das fazendas A e D são pecuaristas que utilizam técnicas agropecuárias avançadas, com o objetivo de recuperarem suas áreas de pastagem e deste modo, obter melhor produção. Esses também produzem grãos, cujo rendimento atenua os altos investimentos realizados nas suas terras.

O proprietário da Fazenda C também tem o mesmo perfil descrito acima, contudo, essa fazenda quase não é manejada, porque esta é apenas uma de suas propriedades, a qual o produtor planeja transformar em área de reflorestamento, e assim entrar no mercado da produção de carvão.

Já o proprietário das fazendas F, G e H, embora também tenha o mesmo perfil em relação aos demais, este não tem o mínimo interesse em investir nessas terras, porque são áreas de engorda das outras fazendas dele, funcionando as fazendas na área estudada apenas como áreas de produção extensiva.

Tecnologias agropecuárias “conservacionistas”

O quarto fator condicionante identificado neste estudo diz respeito à adoção de práticas conservacionistas de manejo da terra. Algumas técnicas de uso do solo, consideradas conservacionistas, foram desenvolvidas para atender aos sistemas de produção comercial. Embora as práticas convencionais sejam predominantes na área de estudo, já se faz o uso dessas práticas conservacionistas por um pequeno grupo de produtores rurais nas bacias estudadas.

Entretanto, esse fator é limitante porque sua utilização pode minimizar alguns impactos sobre os recursos hídricos, mas, por outro lado, ocasionam igualmente outros impactos como os provocados pelas práticas convencionais.

Os sistemas Barreirão e Santa Fé, por exemplo, são técnicas de manejo que visam à integração dos sistemas agricultura-pecuária, com o objetivo principal de recuperar solos e pastagens degradadas, a custos bem menores. Essas técnicas podem minimizar impactos ambientais, no sentido de contribuir para contenção do desmatamento seja de florestas, seja de vegetação secundária, pois a possibilidade de reformar pastagens é concreta. Os benefícios mútuos dessa integração, tais como, a recuperação da produtividade do solo e a redução da erosão também atenuam impactos como o transporte de nutrientes, pelo escoamento superficial da água, para os igarapés.

Contudo, essas tecnologias não apresentam uma visão holística a respeito da interação dos recursos existentes na natureza. A maior preocupação dessas tecnologias é a sustentabilidade do recurso natural solo, enfocando, principalmente, as premissas de sustentabilidade agropecuária exigidas pelo produtor rural como a redução dos custos de produção e o uso intensivo do solo, mantendo altas produtividades.

Os sistemas Barreirão e Santa Fé são sustentados por práticas convencionais como, correção do solo; preparo com aração e gradagem, além do controle de competição, com o uso de herbicidas, sem considerar a mobilidade desses e sua toxidez para o ambiente e o homem.

Nas bacias estudadas é feito o uso dessas tecnologias pelos produtores das fazendas A, B e D. Fazendo uma análise comparativa em relação às demais propriedades, em que o manejo é convencional, com baixa ou nenhuma utilização de tecnologia. Pôde-se verificar que o uso dessas técnicas conservacionistas, sem a conservação da mata ciliar e outras medidas conservacionistas, não atenuou os impactos sobre a água, pois tais áreas apresentaram baixa qualidade da água nos igarapés. Desse modo, está claro que o desenvolvimento desses sistemas desconsidera as externalidades geradas pelo uso intensivo do solo sobre os recursos hídricos.

O sistema de Plantio Direto é uma tecnologia conservacionista que tem efeitos bem mais positivos que a integração lavoura-pecuária, no que diz respeito à preservação dos recursos hídricos. O princípio desta tecnologia dispensa o preparo convencional do solo, onde o plantio provoca mínimo distúrbio ao mesmo. A técnica da formação de uma cobertura de palha, por resíduos orgânicos, traz grandes benefícios ao solo, e conseqüentemente, reduz significativamente os impactos sobre a água.

No entanto, esse sistema ainda apresenta ameaças à qualidade da água, devido ao uso intensivo e indispensável de herbicidas. Além disso, esse sistema no tocante ao combate a doenças e pragas, lança mão da aplicação de inseticidas e fungicidas, inclusive por meio de aviões, o que pressupõe riscos potenciais de contaminação hídrica.

Embora, esse sistema tenha sido citado por alguns produtores da área de estudo, sabe-se que essa tecnologia ainda é incipiente na nossa região. As pesquisas já realizadas na Amazônia, pela EMBRAPA Amazônia Oriental, constataram que a adoção dessa tecnologia é viável, porém ainda é necessário seu aprimoramento, principalmente, no que diz respeito à dificuldade de formação de palhada, devido às condições climáticas locais, segundo estudos de Maklouf *et al* (2005), com uma estiagem longa durante o período da entressafra dos grãos.

Considerando que a atividade pecuária ainda é o uso predominante nas bacias do IG54 e principalmente, do IG7, é importante verificar o tipo de manejo realizado nesse tipo de sistema e seus reflexos na qualidade dos corpos d'água. Os sistemas de manejo encontrados nessas bacias são: o pastejo contínuo; o pastejo rotacionado extensivo e o pastejo rotacionado intensivo.

As fazendas A e D desenvolvem o sistema rotacionado intensivo, cujo manejo é bem rigoroso, com acompanhamento constante na manutenção e utilização de tecnologias avançadas para o aumento da produtividade e a reforma de pastagens.

As fazendas C e E apresentam manejos caracterizados por pastejo rotacionado extensivo, onde há apenas a rotação de pasto, com pouca utilização de tecnologia.

Já as fazendas F, G e H utilizam o sistema de pastejo contínuo, caracterizado pela produção extensiva, sem rotação e sem uso de tecnologias de manejo.

Verificou-se que para avaliar a influência desses sistemas, quanto à qualidade dos recursos hídricos é importante considerar que as fazendas que utilizam o sistema rotacionado intensivo também são produtoras de grãos e, inclusive, consorciadas e/ou rotacionam agricultura e pecuária. Esse aspecto as diferencia das demais propriedades, pois os impactos identificados na água, nessas áreas, refletem mais as práticas agrícolas.

Em relação aos sistemas rotacionado extensivo e pastejo contínuo, esses influenciam na qualidade da água, uma vez que a maioria dos parâmetros analisados nas bacias está abaixo das exigências impostas pela legislação ambiental. Na Fazenda C, por exemplo, os valores de turbidez são elevados, mesmo sendo num trecho que apresenta ambiente lântico (represa), o que poderia atenuar a turbidez. Entretanto, as práticas de manejo nessa fazenda são inadequadas, a ponto de se observar ali a alteração significativa da turbidez.

Ainda avaliando esse parâmetro, os valores no IG7 só ultrapassam o limite estabelecido pelo CONAMA, no trecho localizado na fazenda E, porém os demais pontos, localizados nas fazendas F, G e H tendem a aumentar e chegar próximo a esse limite. Tal fato demonstra que a qualidade da água encontra-se ameaçada, no que diz respeito aos impactos por concentração de sedimentos, caso as práticas de manejo no IG7 permaneçam ou o padrão de ocupação se intensifique nessa bacia.

As principais razões que levam os produtores rurais da área de estudo a adotarem as práticas conservacionistas são justificadas pelo interesse em recuperar o solo e pastagens degradadas, a custos compensatórios. É o caso das fazendas A, B e D que balizam parte de suas ações em pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA Amazônia Oriental, além de obterem assistência técnica privada para atingirem altas produtividades.

Quanto a não adoção de técnicas conservacionistas, as principais razões são o desconhecimento dessas técnicas, pelo proprietário. Esse é o caso da fazenda E, por exemplo. Na fazenda C, a não adoção ocorre porque o proprietário tem interesse em reflorestar essa área, para futura comercialização da madeira. Já as fazendas F, G e H não adotam porque é interesse do proprietário, que essas propriedades sejam apenas áreas de pecuária extensiva.

Pôde-se verificar que órgãos importantes de pesquisa, como a Embrapa Amazônia Oriental, por exemplo, atuam no município de Paragominas, desenvolvendo pesquisas de grande relevância, na área de sistemas conservacionistas entre outros aspectos, junto às demais instituições competentes, e que favorecem, principalmente, aos produtores rurais. Portanto, o desconhecimento de tecnologias conservacionistas é considerado uma razão pouco aceita para justificar a não adoção dessas tecnologias.

Porém, vale ressaltar, que a adoção ou não dessas técnicas identificadas na área de estudo, segundo observadas pelo presente estudo, resultou em pouca ou nenhuma influência na preservação da qualidade da água nas bacias estudadas, já que foram desenvolvidas e implementadas visando apenas à recuperação de pastagens e aumento da produtividade do solo.

6 CONCLUSÕES

A qualidade da água nas bacias hidrográficas do igarapé Cinquenta e Quatro e do igarapé do Sete está comprometida, principalmente, pelas práticas de manejo adotadas pelos produtores rurais. A qualidade da água nessas bacias é inapropriada até mesmo para a classe menos exigente ao consumo doméstico e a dessedentação animal, sendo também inadequada à recreação de contato primário e à proteção das comunidades aquáticas, conforme a Resolução CONAMA nº 357/05. Tal fato compromete hoje o uso múltiplo desses corpos d'água.

O padrão de uso da terra no igarapé Cinquenta e Quatro representado principalmente pela ampliação das áreas de agricultura de grãos, embora com predominância ainda de áreas de pastagem, tem gerado mais impactos sobre a água do que no igarapé do Sete, onde o uso predominante é a pecuária. As práticas de manejo na agricultura de grãos têm gerado impactos ambientais diretamente ligados ao uso intensivo e/ou abusivo de insumos agrícolas e ao preparo convencional do solo para plantio, afetando em cadeia os fluxos biogeoquímicos, o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e o uso múltiplo da água.

Quando utilizadas tecnologias agropecuárias conservacionistas pelos produtores rurais nas bacias estudadas, ainda assim é desconsiderada a questão da sustentabilidade dos recursos hídricos, que precisa ser vista como um elo entre os diversos componentes do ambiente e a atividade antrópica. A conservação desse recurso natural depende de como os outros recursos, os solos, por exemplo, estão sendo manejados. Dessa maneira, tais técnicas, ditas conservacionistas, precisam ser utilizadas ao lado de práticas como, por exemplo, a conservação e/ou recuperação das matas ciliares.

Tal fato também precisa ser enfatizado pelos profissionais da agricultura que difundem tais técnicas agropecuárias. Observou-se que as maiores alterações da qualidade da água ocorrem exatamente nos trechos dos igarapés que atravessam as fazendas que adotam mais tecnologia no sistema de produção, e inclusive algumas técnicas, ditas conservacionistas, as quais precisam ser avaliadas quanto a sua implementação integral, assim como acopladas a outros cuidados com o ambiente.

Quando não adotado o manejo conservacionista das propriedades, as razões apresentadas relacionam-se aos interesses de uso da terra e ao desconhecimento de técnicas conservacionistas pelos agentes sociais.

Foram identificados alguns fatores condicionantes das práticas adotadas pelos produtores rurais, e verificados aqueles de maior influência, no tocante aos impactos sobre os recursos hídricos e, conseqüentemente, no uso múltiplo da água. Esses fatores condicionantes

são: (1) a ocupação da terra e padrões de manejo da propriedade rural adotado pelos diferentes agentes sociais atuantes nas bacias; (2) o descumprimento da legislação ambiental que institui uma política de preservação dos recursos naturais, sobretudo, dos recursos hídricos; (3) os interesses econômicos, que priorizam produtividade e lucratividade imediata, em detrimento da sustentabilidade do capital natural água; e (4) as tecnologias agropecuárias, ditas conservacionistas, que não têm estimulado uma visão integrada entre os diferentes componentes da paisagem, desconsiderando impactos sobre os recursos hídricos.

Destaca-se que a visão economicista quanto ao aproveitamento dos recursos naturais é preponderante entre os produtores rurais estudados, o que os leva a predominância de práticas convencionais sobre as conservacionistas, buscando somente a alta produtividade do solo.

A degradação da qualidade da água e o comprometimento do uso múltiplo, garantido por Lei aos usuários das bacias do igarapé Cinquenta e Quatro e do igarapé do Sete, são as questões de maior preocupação levantadas por esse trabalho, havendo sido observado o agravamento de tais condições. Tem-se a nítida impressão de que os impactos sobre a quantidade e qualidade da água devem aumentar nas bacias do igarapé Cinquenta e Quatro e do igarapé do Sete proporcionalmente ao desempenho promissor do agronegócio em Paragominas, caso não ocorra uma ação fiscalizadora por parte do Estado, assim como uma maior conscientização dos produtores rurais e o exercício de uma cidadania saudável na sociedade local.

7 REFERÊNCIAS

AGRONEGÓCIOS. In: REVISTA Eletrônica InvestPará. Disponível em: <<http://www.investpara.com.br/agronegocios.asp>>. Acesso em 14 set. 2006.

ALENCAR, A. *et al.* **Desmatamento na Amazônia: indo além da “Emergência Crônica”**. Belém-PA: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004.

ANDREOLI, C. V.; SOUZA, M. L. P. Gestão ambiental por bacias hidrográficas. In: MAIMON, D. **Ecologia e desenvolvimento**. Rio de Janeiro, APED, p. 99-118, 1991.

BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; SOUZA, G. M. (2007). **Integração Lavoura - Pecuária: Aspectos produtivos na pecuária bovina**. Disponível em: <<http://www.agronomia.com.br>> (AGRONOMIA, O Portal da Ciência e Tecnologia) Acesso em 12 ago. 2007.

BECKER, B. Inserção da Amazônia na Geopolítica das Águas. In: **Problemática do uso local e global da água da Amazônia**/Documentos Básicos. NAEA/UFPA. Belém-PA, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **LEI nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 23 set. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **LEI nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 23 set. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **MEDIDA PROVISÓRIA nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 23 set. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 12 ago. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 12 ago. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria de Recursos Hídricos. **Recursos Hídricos no Brasil**, 1998.

CASTRO, E. Transformações ambientais na Amazônia: problemas locais e desafios internacionais. In: MENDES, Armando Dias (Org.). **Amazônia, Terra e civilização: uma trajetória de 60 anos**. 2º ed. rev. aum. –Belém-PA: Banco do Brasil, 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. **Variáveis de qualidade da água**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em 19 ago. 2007.

COSTA, N. *et al.* **Pastagens cultivadas na Amazônia**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, 2000.

DAVIDSON, E. A et al. Belowground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazonia. **Global Biogeochemical cycles**, vol. 09, n°4, pp.515-528, dez., 1995.

DAVIDSON, E. A. *et al.* Loss of Nutrients from Terrestrial Ecosystems to Streams and the Atmosphere following Land Use Change in Amazonia. *Ecosystems and Land Use Change - Geophysical Monograph Series*. Ed. Washington: **American Geophysical Union**, p. 147-158, 2004.

DEBERDT, A. J. **Análise da água**. Disponível em: < <http://www.educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>>. Acesso em 19 ago. 2007.

DICCIONARIO Ecológico. Disponível em http://www.peruecologico.com.pe/glosario_1.htm. Acesso em 17 out. 2007.

EMBRAPA. **Adubação Verde em Solos de Tabuleiros Costeiros**. 2002. Disponível em: < <http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em 12 ago. 2007.

EMMERICH, W.; MARCONDES, M. A. P. **Algumas Características do Manejo de Bacias Hidrográficas**. Secretaria de Agricultura-BOLETIM TÉCNICO, n° 18, São Paulo, 1975.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Ed. Interciência, 2° ed. 602 p. Rio de Janeiro-RJ, 1998.

FIGUEIREDO, R. O. **Agrobacias Amazônicas: Bacias Hidrográficas sob Sistemas de Produção Agropecuária Convencional e Conservacionista na Amazônia: hidrologia, fluxos de nutrientes e carbono, e potencial de contaminação por agrotóxicos**. Macroprograma 2-Competitividade e Sustentabilidade. Embrapa-Amazônia Oriental, Belém-PA, 2003.

FIGUEIREDO, R. O. **Dinâmica de ciclos Biogeoquímicos em vegetação secundária na Amazônia**. LBA-ECO ND 02. RELATÓRIO DE ATIVIDADES EM EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA. Embrapa-Amazônia Oriental, Belém-PA, 2005.

FIGUEIREDO, R. O. *et al.* Effects of land use change on stream water chemistry in three meso-scale catchments in Eastern Amazonia. 10th LBA-ECO Science Team Meeting, 2006, Brasília. **Book of Abstracts of the 10th LBA-ECO Science Team Meeting**, p.10 – 11, 2006.

GAMA, M. M. B. **Manejo de Bacias Hidrográficas**. Embrapa/Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia-Cpfro. Disponível em: < http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/manejo_bac.htm>. Acesso em 12 jul. 2007.

GERÊNCIA DE ESTATÍSTICA E MERCADO AGRÍCOLA-GEEMA/SAGRI. Disponível em: < <http://www.sagri.pa.gov.br>>. Acesso em 13 out. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA-INCRA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 11, de 04 de abril de 2003**. Disponível em: < <http://www.incra.gov.br>>. Acesso em 23 set. 2007.

INSTITUTO SÓCIOAMBIENTAL. 2005. **Água doce e limpa: de dádiva a raridade**. Disponível em: < <http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/>> Acesso em 7 nov. 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H.. **Integração lavoura-pecuária**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás-GO, 2003.

KUHN, M. P. S. **Controle de Plantas Daninhas com Herbicidas Seletivos**. Disponível em: < [http:// www.sportsmagazine.com.br/9tec_gramados.htm](http://www.sportsmagazine.com.br/9tec_gramados.htm)>. Acesso em 23 set. 2007.

LANNA, A E. A inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: HECTOR, R. M. (Org.). **Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos**: Desafios da Lei de Águas de 1997. 2º ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

MACHADO, C. J. S. **A Contribuição da Antropologia para Compreensão da Nova Gestão das Águas**. JORNAL DA CIÊNCIA, Rio de Janeiro, 2001.

MACHADO, L. A fronteira Agrícola na Amazônia Brasileira. In: CHRISTOFOLETTI, A at al. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. 3º ed. Hucitec, São Paulo-SP, 2002.

MAKLOUF *et al.* **Tecnologias para produção sustentável de grãos no nordeste e sudeste do estado do Pará**. Embrapa-Amazônia Oriental, Belém-PA, 2005.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. 1ª ed. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p.

MARKEWITZ, D. *et al.* Control of cation concentrations in stream waters by surface soil processes in an Amazonian watershed. **Revista Nature**, v.410, p.802 - 805, 2001.

MINAYO, M. C. S. *et al.* **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 20º ed. Vozes, Petrópolis-RJ, 1994.

NAVARRO, S.. **Agronegócio contamina rios da Amazônia**. 2005. Disponível em: < <http://www.webs.chasque.net/~rapaluy1/agrotóxicos>>. Acesso em 14 set. 2006.

NEILL, C. *et al.* Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small Amazonian streams. *Ecological Applications*, 11(6), pp. 1817–1828. **The Ecological Society of América**, 2001.

NEPSTAD, D. C.; A. MOREIRA; A. A. ALENCAR. **A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia**. PROGRAMA PILOTO PARA A PROTEÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS DO BRASIL, Brasília-DF, 1999.

PARÁ. GOVERNO DO. **Pará: Exposição Agropecuária de Paragominas confirma a vocação da região Sudeste do Estado para o agronegócio**. 2006. Disponível em: < <http://www.paginarural.com.br/noticias>>. Acesso em 19 ago. 2007.

PARÁ. SECRETARIA EXECUTIVA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE-SECTAM. **Resumo da Região Costa Atlântica-Nordeste**. Núcleo de Hidrometeorologia, Belém-PA, 2003.

PARAMETROS de qualidade da água. Disponível em: < <http://www.geocities.com/wwweibull/Param.htm>>. Acesso em 19 ago. 2007.

PEQUENO, P. L. L. *et al.* **Importância das Matas Ciliares**. Embrapa-CPAF, Porto Velho-RO, 2002.

RODRIGUES *et al.* **Caracterização e avaliação das potencialidades dos solos e Zoneamento Agroecológico do município de Paragominas, estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Embrapa-SPI, Brasília-DF, 1997.

SCHIAVETTI, A. **Kit de Análise de água**. Disponível em: < http://www.educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt9.html>. Acesso em 19 ago. 2007.

SERRÃO, E. A. S.; TOLEDO, J. M.. The search for sustainability in Amazonian pastures, In: *Alternatives to Deforestation: Steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*, edited by A. B. Anderson, pp. 195–214, Columbia University Press, New York, 1990.

SETTI, Arnaldo Augusto. A legislação e os sistemas institucionais de gestão dos recursos hídricos no Brasil e sua relevância para Amazônia. In: **Problemática do uso local e global da água da Amazônia**/Documentos Básicos. NAEA/UFPA. Belém-PA, 2003.

SUPERINTENDENCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZONIA-SUDAM. **Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia**. Atlas climatológico da Amazônia Brasileira. Belém, 125 p. Brasil, SUDAM. Publicação, 39, 1984.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez** Ed. RIMA, IIE, 2003.

UHL, C. *et al.* Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern amazon. In: **Ecological Society of América**, pp. 437-449, 1990.

VENTURIERI, A. *et al.* **Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacia hidrográfica do município de Paragominas, Pará**. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia-GO: INPE, 2005, p. 1127-1134.

WATRIN, O. S. **Análise da Dinâmica do Uso da Terra e Zoneamento Agroecológico em Quatro Pequenas Bacias Hidrográficas no Nordeste do Estado do Pará**. Embrapa-Amazônia Oriental, Belém-PA, 2004.

WATRIN, O. S.; MACIEL, M. N. M.; THALES, M. C. **Análise espaço-temporal do uso da terra em microbacias hidrográficas no município de Paragominas, Estado do Pará**. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis-SC: INPE, 2007.

WATRIN, O.S.; SAMPAIO, S.M.N.; VENTURIERI, A. **Dinâmica da vegetação e do uso da terra no 'Polígono dos Castanhais', Sudeste Paraense, utilizando geotecnologias**. REVISTA GEOGRAFIA, v. 26, n. 3, p. 37-54, dez. 2001.