

Estratégia metodológica para zoneamento ambiental: a experiência aplicada na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari

João dos Santos Vila da Silva / Rozely Ferreira dos Santos



Estratégia metodológica para zoneamento ambiental

**A experiência aplicada na
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Informática Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Estratégia metodológica para zoneamento ambiental

**A experiência aplicada na
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari**

*João dos Santos Vila da Silva
Rozely Ferreira dos Santos*

*Embrapa Informática Agropecuária
Campinas, SP
2011*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Informática Agropecuária

Av. André Tosello, 209 - Barão Geraldo

Caixa Postal 6041 - 13083-886 - Campinas, SP

Fone: (19) 3211-5700 - Fax: (19) 3211-5754

www.cnptia.embrapa.br

sac@cnptia.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Silvia Maria Fonseca Silveira Massruhá*

Membros: *Poliana Fernanda Giachetto, Roberto Hiroshi Higa, Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Maria Goretti Gurgel Praxedes, Adriana Farah Gonzalez, Neide Makiko Furukawa, Carla Cristiane Osawa*

Membros suplentes: *Alexandre de Castro, Fernando Attique Máximo, Paula Regina Kuser Falcão*

Secretária: *Carla Cristiane Osawa*

Supervisão editorial: *Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Neide Makiko Furukawa*

Revisão de texto: *Adriana Farah Gonzalez*

Normalização bibliográfica: *Maria Goretti Gurgel Praxedes*

Projeto gráfico: *Suzilei Francisca de Almeida Gomes Carneiro, Neide Makiko Furukawa*

Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*

Capa: *Fernando Abud Putini*

1ª edição 2011

1ª impressão (2011): tiragem 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informática Agropecuária

Silva, João dos Santos Vila da.

Estratégia metodológica para zoneamento ambiental: a experiência aplicada na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari / João dos Santos Vila da Silva, Rozely Ferreira dos Santos. - Campinas : Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

329 p. : il. ; cm.

ISBN 978-85-86168-03-1

1. Análise multivariada. 2. Avaliação interdisciplinar. 3. Gestão ambiental. 4. Planejamento ambiental. 5. Proteção ambiental. I. Santos, Rozely Ferreira dos. I. Título. II. Embrapa Informática Agropecuária.

CDD 363.7 (21.ed.)

© Embrapa 2011

Autores

João dos Santos Vila da Silva

Doutor em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
Caixa postal 6041 - 13083-886 - Campinas, SP
Telefone: 19 3211-5794
e-mail: jvilla@cnptia.embrapa.br

Rozely Ferreira dos Santos

Doutora em Ciências Biológicas
Professora associada da Universidade Estadual de Campinas
Av. Albert Einstein, 951 - Cidade Universitária
Caixa postal 6021 - 13083-970 - Campinas, SP
Telefone: 19 3521-2385

Revisores técnico- científicos

Rubens Augusto Lamparelli

Doutor em Engenharia Agrícola
Pesquisador do Centro de Pesquisas Meteorológicas e
Climáticas Aplicadas à Agricultura
Av. André Tosello, 209 - Barão Geraldo
13083-886 - Campinas, SP
Telefone: +55 19 3521-2465 - Fax: +55 19 3521-2463
e-mail: rubens@cpa.unicamp.br

José Ruy Porto de Carvalho

Doutor em Estatística
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
Caixa postal 6041 - 13083-886 - Campinas, SP
Telefone: 19 3211-5871 - Fax: 19 3211-5754
e-mail: jrui@cnptia.embrapa.br

Teresa Galotti Florenzano

Doutora em Geografia Física
Pesquisadora e professora da Divisão de Sensoriamento
Remoto (DSR) da Coordenação Geral de Observação da Terra
(OBT) do INPE
Av. dos Astronautas, 1758, Jd. da Granja
12227-010 - São José dos Campos, SP
e-mail: teresa@dsr.inpe.br

Dedicatória

Dedicamos este livro ao povo
da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraguai,
onde se insere a Bacia Hidrográfica do Rio Taquari,
em especial aos pantaneiros
que persistem na conservação
dessa belíssima região.

Agradecimentos

Agradecemos às pessoas que estiveram à frente das seguintes instituições na época do desenvolvimento do trabalho, pela facilitação e apoio recebido:

À Embrapa Pantanal

À Embrapa Informática Agropecuária

À Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSR e DPI)

Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (DIPEQ/MS, DIPEQ/MT e DEAGRO/RJ)

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (projeto 2001/10555-2)

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (projeto 234/0)

Apresentação

Este livro é oriundo da tese de doutorado do autor principal e busca associar geotecnologias e técnicas de análise multivariada para definição de zonas homogêneas em zoneamentos ambientais.

A questão da análise quantitativa na identificação e delimitação de zonas homogêneas, baseada em critérios estatísticos, não é comum, mas os autores defendem a ideia de que isso pode auxiliar, sobremaneira, nos planejamentos ambientais. Ainda que uma área seja considerada homogênea, ela possui heterogeneidade interna que é apontada em uma análise estatística. Ressalta-se que análise multivariada é o método mais empregado nas questões ambientais, permitindo análise simultânea de dados multidimensionais (composto por muitas variáveis), tal como os mapas temáticos.

O livro aborda a conceituação da base estatística utilizada, como o agrupamento hierárquico de Ward para obtenção das unidades de zoneamento e a análise de correspondência múltipla para identificação dos fatores ambientais determinantes na formação das unidades de zoneamento. Os indicadores para as dimensões ambiental, econômica e social foram selecionados, e foi elaborado o diagnóstico ambiental da bacia utilizada como exemplo, considerando o estado, a pressão e a resposta do ambiente.

O livro traz também um breve histórico sobre planejamento ambiental e o embasamento conceitual sobre planejamento e zoneamento ambiental; identificação de diferentes tipos de zoneamentos; e a comparação entre o zoneamento obtido pelo método de sobreposição e o apresentado atualmente.

Kleber Xavier Sampaio de Souza

Chefe-geral

Embrapa Informática Agropecuária

Prefácio

Zoneamentos ambientais, como estratégia de gestão, estão, cada vez mais, sendo incorporados nas práticas administrativas brasileiras, mas sem o avanço teórico necessário ao tema e sem respostas concretas diante da diversidade de nossos territórios. A ausência da confiabilidade dos zoneamentos em virtude da fragilidade teórica em que se baseiam, resultam frequentemente em debates intermináveis, cujas decisões acabam sendo tomadas pela força ou pelo empenho pessoal daqueles que promovem os destinos de uma região. Quanto mais complexa for a área de planejamento e quanto maior a diversidade de intenções para usos da área, maior será o questionamento sobre as zonas teoricamente definidas. Por outro lado, não faltam instrumentos que permitam obter zoneamentos, por meio do manejo e da análise de dados espaciais, ou seja, por inúmeros Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) que se destinam a essa função. Os SIGs, assim chamados, estão se tornando cada vez mais ferramentas sofisticadas, fornecedoras de múltiplas respostas e altamente eficientes em sua estrutura matemática. No entanto, essas ferramentas complexas e custosas costumam afastar os gestores e seus artífices, pois existe uma dificuldade comum em dominar, combinadamente, os atributos referentes à informática, à estatística, à geografia, à cartografia, entre outras disciplinas. Se o desejo é obter a delimitação espacial de fronteiras que representam zonas efetivas, é importante que sejam elaboradas conformações teóricas robustas e metodologias claras e de fácil aplicação.

A partir dessas preocupações, este livro foi idealizado com o propósito de apresentar aos leitores uma proposta de zoneamento construída sobre uma base conceitual realística e relevante, que permitisse ligar a teoria sobre zoneamentos à prática de planejamento ambiental. Aplicamos a proposta teórica na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari, no sentido de avaliar a sua eficácia e eficiência a partir de um sistema bastante complexo, muito impactado e extremamente importante para a conservação biológica, regulação hídrica e controle climático da região pantaneira. Nós não temos a intenção de relatar uma forte caracterização ambiental ou fornecer um extenso inventário do Alto Taquari, porque existem inúmeros levantamentos já publicados, que citamos ao longo dos capítulos, mas pretendemos evidenciar critérios objetivos que permitam uma integração de dados espaciais mais inteligível, efetiva e de fácil interpretação.

Enfatizamos neste livro a necessidade do uso de modelos para estruturação e ordenamento de indicadores ambientais, a avaliação de mudanças na paisagem como estratégia para compreensão do estado ambiental presente e para a definição de cenários futuros. Também é nossa intenção evidenciar as vantagens da aplicação de análise multivariada como um bom caminho para relacionar variáveis ambientais dentro do SIG SPRING, que é de fácil manejo e disponibilizado ao público.

Nós acreditamos que nossos resultados possam servir como ferramenta de análise tanto aos analistas ambientais e especialistas em planejamento ambiental, como aos gestores ou tomadores de decisão. Ressaltamos que o aprimoramento desta proposta ainda é necessário, mas ousamos dizer que ela é suficiente para estimular o debate entre aqueles que se interessam por planejamento ambiental.

Esperamos que o conteúdo deste livro seja elucidativo e que as idéias sobre o planejamento de uma paisagem possam ser aplicadas pelos leitores, porque somente desta forma nosso objetivo de ligar a teoria à prática será cumprido.

Os autores

Sumário

Capítulo 1

Planejamento - conceituação e histórico	23
Planejamento e seus diversos conceitos.....	23
Histórico do planejamento	27
Planejamento ambiental sob uma visão sistêmica e integrada.....	29

Capítulo 2

A importância e as limitações do zoneamento ambiental	33
---	----

Capítulo 3

Conceitos importantes para obtenção de zoneamento	37
O que é zoneamento?	37
Quais são os adjetivos mais comuns para zoneamento?	38
Diagnósticos ambientais: condutores do zoneamento	41
Critérios para definição de zonas	47
Estudos integrados desenvolvidos no Brasil.....	49

Capítulo 4

Instrumentos estatísticos e geotecnologia para obtenção de zoneamento	53
A estruturação do banco de dados.....	54
Álgebra booleana.....	59
Técnicas multivariadas.....	60
Distância entre observações com variáveis métricas.....	61
Distância entre observações com variáveis nominais, distintas das binomiais	62
Distância entre agrupamentos.....	63
Análise de correspondência múltipla.....	64

Capítulo 5

O desenho da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari	69
Características gerais e localização.....	69
Cartografia da bacia	71
Municípios da bacia	71

Capítulo 6

A formação do relevo e a evolução da paisagem.....	75
Geologia.....	75
Geomorfologia	80

Capítulo 7

Os solos, a aptidão agrícola e a vulnerabilidade da bacia hidrográfica.....	89
A diversidade dos solos.....	90
A aptidão agrícola das terras	95
A vulnerabilidade ambiental	100

Capítulo 8

Características e qualidade dos recursos hídricos	107
---	-----

Geomorfometria e hidrologia.....	108
Hidrossedimentologia	110
Qualidade das águas superficiais	111

Capítulo 9

As condições climáticas	117
-------------------------------	-----

Capítulo 10

Cobertura vegetal e a fauna atual	123
---	-----

Capítulo 11

Distribuição da terra ou estrutura fundiária.....	133
Estrutura fundiária propriamente dita	137

Capítulo 12

Usos da terra e atividades humanas.....	143
Pecuária.....	146
Agricultura	150
Indústria	157
Práticas de conservação de solo	159

Capítulo 13

Aspectos da infraestrutura social e econômica.....	163
Transporte	163
Energia elétrica	167
Comunicação.....	169
Saneamento básico.....	171
Abastecimento de água	171
Banheiros e sanitários	174

Esgotamento sanitário	176
Lixo	178

Capítulo 14

Aspectos da dinâmica populacional e condições de vida da população.....	181
Dinâmica populacional	181
Condições de vida da população.....	190
Saúde.....	190
Habitação.....	192
Energia elétrica.....	195
Acesso a serviços.....	197
Índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M).....	206

Capítulo 15

Gestão ambiental como resposta social	213
Legislação aplicável à bacia.....	215
Instrumentos de planejamento municipal e de gestão urbana.....	221
Unidades de conservação	223
Organizações ambientalistas não governamentais (ONGs).....	225

Capítulo 16

Diagnóstico ambiental	227
Estruturação dos dados no modelo Pressão - Estado - Resposta (PER)	227
Indicadores ambientais baseados no modelo P-E-R	229
Construção do cenário atual da bacia hidrográfica	234
Dimensão ambiental.....	234
Dimensão econômica	246
Dimensão social	250

Capítulo 17

Zoneamento ambiental: procedimentos para análise integrada e comparação entre zoneamentos.....	257
--	-----

Criando unidades homogêneas e medindo sua variabilidade interna	257
Comparando zoneamentos	263

Capítulo 18

Zoneamento ambiental: construindo a dimensão ambiental e a dimensão econômica	265
Dimensão ambiental.....	265
Dimensão econômica	274

Capítulo 19

Zoneamento ambiental: construindo a dimensão social e o ordenamento territorial.....	283
Dimensão social	283
Identificação das zonas do ordenamento territorial	292

Capítulo 20

Zoneamento ambiental: construindo e comparando zoneamentos ambientais	299
Identificação das unidades de zoneamento ambiental (UZAs).....	299
Elaboração do zoneamento ambiental por sobreposição e aplicação do teste de concordância	308
Conclusões e direções futuras.....	314
Diretrizes para desenvolvimento	316
Diretrizes para conservação	316
Diretrizes para preservação.....	316
Diretrizes para recuperação.....	316
Referências.....	317

Capítulo 1

Planejamento - conceituação e histórico

Planejamento e seus diversos conceitos

Existem muitos conceitos apresentados em literatura sobre planejamento, em virtude dos inúmeros enfoques, formações acadêmicas e percepções dos pesquisadores envolvidos nessa área de conhecimento. A palavra, em si, significa, na definição de Ferreira (1999, p. 1582).

[...] ato ou efeito de planejar; trabalho de preparação de qualquer empreendimento, segundo roteiros e métodos determinados, planificação; processo que leva ao estabelecimento de um conjunto coordenado de ações (pelo governo, pela direção de uma empresa, etc.) visando à consecução de determinados objetivos; elaboração de planos ou programas governamentais, especialmente na área econômica e social, enquanto planejar significa fazer o plano ou planta de; projetar, traçar; fazer o planejamento de; elaborar um plano ou roteiro de; programar, planificar.

Para Conyers e Hills (1984, p. 3),

o planejamento é “um processo contínuo que envolve decisões ou escolhas, sobre modos alternativos de usar os recursos disponíveis, com o objetivo de alcançar metas específicas em algum momento no futuro”.

A definição desses autores incorpora os principais pontos incluídos em outras definições e expressa os mais importantes passos de planejamento: a tomada de decisão ou a escolha, que envolve as diversas maneiras alternativas e a melhor forma para se alcançar os mesmos objetivos; o uso ou a alocação

de recursos, que podem ser naturais, humanos, financeiros ou de infraestrutura; os caminhos alternativos para alcançar as metas traçadas, envolvendo metas realísticas, decisões políticas e participação popular; e, finalmente, planeja para o futuro, que envolve prognóstico ou previsões aproximadas do que pode acontecer e, mais especificamente, previsão dos resultados das alternativas propostas, que determina qual delas deverá ser adotada.

Embora possa ser necessário planejar por um período de tempo específico, o planejamento deve ser constantemente monitorado e revisado e, se apropriado, estendê-lo por outros períodos. O processo de planejamento exige uma abordagem transdisciplinar, envolve diferentes projetos específicos (um ou mais programas) e áreas geográficas pré-definidas.

O planejamento é uma atividade contínua e deve ter caráter integrador, tratar dos problemas humanos atuais e potenciais, com visão de conjunto, e deve ter espírito intersetorial, incorporando critérios de racionalidade ao desenvolvimento e possuir enfoque sistêmico. É um processo racional e contínuo de tomada de decisão que define os objetivos do sistema sócio-físico em questão, e identifica e seleciona as maneiras de obtê-los. Aspectos semelhantes, como abordagem integrada, elaboração de um conjunto de programas relacionados, especificações de objetivos futuros, avaliação da possibilidade e formação de suporte para sua implementação são considerados por Westman (1985) e Smith (1993).

[...] O planejamento é um processo racional de tomada de decisão para a definição de uma imagem objetiva coerente e de um rumo futuro de ação e previsão orientada a consegui-la, que pretende resolver os problemas atuais, prevenir os potenciais, satisfazer as necessidades e aspirações futuras e aproveitar as oportunidades do sistema sócio-físico (GOMEZ OREA, 1994, p. 29),

sendo que essas decisões podem abranger “todas e cada uma das múltiplas formas: nacional, regional, local, particular; integral e setorial; física, econômica e social; espacial; urbana e rural; a curto, médio ou longo prazo”. Isso pode ser obtido pela ordenação territorial ou seu equivalente, o planejamento integral. Segundo esse mesmo autor, o planejamento é o veículo de integração e previsão ambiental. Ele garante a integração dos projetos, determinando a capacidade de suporte do meio para uma série de atividades atuais ou futuras, identificadas a partir dos recursos e processos naturais, das aptidões, das atitudes da população e da potencialidade do sistema de núcleos e infraestruturas.

Lier (1994) trata o planejamento como planejamento de uso sustentável da terra, propondo a incorporação deste, tanto na formulação quanto na implantação das políticas. Salienta que deve atender as necessidades de uso, num futuro próximo, tais como: produtos alimentícios para manutenção da vida, produção industrial, lugares para lazer, áreas reservadas para assegurar a existência de plantas e animais. São enfatizadas duas dimensões do planejamento: uma relacionada às políticas de uso da terra e outra relacionada aos planos de melhoria das condições espaciais e físicas do meio. A primeira dimensão refere-se às políticas e aos estudos para se decidir quais os tipos de atividades serão implantadas e quais locais são apropriados. Frequentemente, isso é chamado de planejamento físico ou plano de uso da terra (semelhante a zoneamento, a ser tratado posteriormente). A segunda dimensão do conceito refere-se às mudanças de uso e das condições físicas da terra que, na maioria dos casos de planejamento de seu uso, segue o planejamento físico (que é constantemente monitorado e reavaliado).

Essa segunda dimensão confere dinamismo ao planejamento físico porque é responsável pela realocação, pela reconstrução de projetos e, frequentemente, pela melhoria das condições físicas para distintos usos da terra. Na prática, essas duas dimensões estão bastante associadas e, num dado momento, podem se confundir, mas, de certa forma, pode-se dizer que a primeira dimensão trata da formulação de alternativas e a segunda, da sua execução.

O planejamento do aproveitamento da terra sugerido por FAO (1994) é bastante concordante com o de Lier (1994), ressaltando ainda a necessidade do bom conhecimento sobre os recursos naturais, conhecimento da tecnologia a ser adotada, análise integrada sobre as informações obtidas e diferentes níveis espaciais de abrangência.

Para Laak (1994), o planejamento, adjetivado regional, propõe-se a influenciar o desenvolvimento de determinada região. Nesse sentido, os responsáveis pela implantação das políticas geralmente se deparam com duas importantes questões: como é possível influenciar o desenvolvimento de uma região? E, qual é a direção desejada do desenvolvimento? A primeira resposta deve basear-se, necessariamente, nas informações sobre os mecanismos que controlam o desenvolvimento da região, de tal forma que a percepção desses mecanismos permita orientar a criação de instrumentos adequados que possam influenciá-los. A segunda questão, frequentemente, conduz ao conflito entre crescimento econômico e qualidade ambiental. O ideal é desejar o desenvolvimento com a associação de múltiplos objetivos, priorizando a sustentabilidade.

Na concepção de Barreto (2000), o planejamento é uma atividade não estática, de muitos fatores concomitantes, que têm de ser coordenados para se alcançar um objetivo que está em outro tempo. Nesse processo dinâmico, é imprescindível a permanente revisão e a correção de rumo, pois exige o repensar constante, mesmo após a concretização dos objetivos. Esse autor resalta que o planejador não pode trabalhar na base do método empírico, mas sim baseado num estudo aprofundado de todo o contexto em que o planejamento e o planejador estão inseridos. O planejamento requer compreensão dos problemas e distribuição harmônica das especialidades, isto é, requer conhecimento amplo que deve derivar da utilização de métodos científicos que o permeia e orienta.

Segundo Almeida et al. (1993), há duas vertentes importantes nos planejamentos. A primeira estuda a problemática econômica e social da população e define os objetivos a alcançar, chamada de demanda, e a segunda examina as características do meio em que se desenvolve a atividade humana, definindo as possibilidades atuais e potenciais de atender as demandas, denominada de oferta. Esses autores ressaltam que o planejamento ambiental não possui uma definição precisa, pois se confunde com outros tipos de planejamentos (territorial, setorial) acrescidos da palavra ambiental. Ainda assim, consideram que o planejamento ambiental consiste num conjunto de metodologias e procedimentos para avaliar as consequências ambientais de uma ação proposta (demanda) e as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios a serem planejados (oferta), identificando possíveis alternativas a essa ação.

Planejamento ambiental, segundo Dorney (1989, p. 162) “[...] inclui um conjunto de metas, análise de informações, audiências e aprovações”. O planejador ambiental busca o conhecimento sobre o ecossistema e, em função disso, elabora o planejamento ambiental buscando

efetuar um melhor ajuste entre o homem e a natureza. Esse tipo de planejamento começa com um processo de desenvolvimento, um processo governamental ou um processo de formulação de políticas.

O planejamento ambiental

[...] inclui uma grande diversidade temática em torno de três eixos: a) planos dirigidos à prevenção e/ou correção de problemas ambientais de caráter setorial (contaminação do ar ou da água, erosão do solo, desmatamento, etc.), b) planos orientados a gestão de recursos ambientais: água, solo, ecossistemas, etc. que se confundem na prática como planejamento de recursos naturais e c) prevenção e/ou conservação ambiental em seu conjunto. (GOMEZ OREA, 1992, p. 227).

De acordo com Blowers (1996), o planejamento ambiental procura alcançar as metas de desenvolvimento e sustentabilidade por um sistema de co-coordenação e controle, organizado por processos democráticos participativos do governo em todos os níveis. Possui uma abordagem abrangente do manejo ambiental com três características básicas: 1) leva em conta a incerteza futura por uma abordagem preventiva; 2) reflete a natureza integrada de processos ambientais e políticos e 3) propicia uma visão estratégica de tomada de decisão.

[...] o planejamento ambiental envolve-se com os programas de utilização dos sistemas ambientais, como elemento condicionante de planos nas escalas espaciais do local, regional e nacional, uso do solo rural, execução de obras de engenharia e planejamento econômico. Em função de focalizar os ecossistemas e os geossistemas (sistema físico), os seus objetivos podem sublinhar perspectivas ecológicas e geográficas (CHRISTOFOLETTI, 1999, P.15).

Tal autor defende o conhecimento geográfico como suporte para o planejamento ambiental.

Franco (2001) defende que o planejamento ambiental é “[...] todo esforço da civilização na direção da preservação e conservação dos recursos ambientais de um território, com vistas à sua própria sobrevivência”.

Mais recentemente, Randolph (2004) define planejamento, em seu livro, como o processo que leva ao reconhecimento do que necessita ser feito e como se deve fazer. Afirma que o planejamento ambiental aplica o processo que conduz a essas respostas, porém voltado à proteção do meio e à solução de problemas ambientais. Ele lembra que as soluções se dão com base em perspectivas de medidas reativas, proativas e integrativas.

Diante dos paradigmas atuais da sociedade e da evolução dos conceitos, podemos dizer que, atualmente, o planejamento ambiental é interpretado como um processo contínuo que envolve a coleta, a organização e a análise sistematizadas das informações por procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis, em função de suas potencialidades, e com a finalidade de se atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de determinada situação e à qualidade de vida das sociedades. Um importante papel a que se destina o planejamento ambiental é ainda o de direcionar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço e tempo, incentivando a participação institucional e dos cidadãos, induzindo relações mais estreitas entre sociedade e autoridades locais e regionais.

Histórico do planejamento

Para Conyers e Hills (1984), o planejamento nos países de terceiro mundo é, também, um fenômeno pós-guerra, e está associado aos planejamentos de desenvolvimento econômico. Até 1960, o desenvolvimento de planos foi acelerado rapidamente, porém nem todos os países tinham alcançado alguma forma de desenvolvimento econômico. O principal fator para esse aceleração foi o desejo de alcançar o desenvolvimento. Para os autores,

[...] o planejamento foi visto como um meio de acelerar o processo de desenvolvimento econômico e preparar as bases econômicas saudáveis para que as colônias pudessem se lançar como nações independentes. (CONYERS e HILLS (1984).

A extinta União Soviética é considerada como o primeiro país a praticar um planejamento econômico sistemático, em que o primeiro plano quinquenal foi adotado em 1929. Os países do sul e sudeste da Ásia, como a Índia, estabeleceram sua Comissão de Planejamento em 1950. Na África do Sul, o Reino Unido preparou um plano para 1946-1956 com base no crescimento de fundos já previstos em 1945. Em outras partes do terceiro mundo, diferenças sutis permearam a introdução dos planejamentos, como no Pacífico Sul, que ocorreu a partir de 1970, após independência de seus países. Na América Latina, a partir de 1960, estabeleceram-se algumas formas de planejamento de desenvolvimento, muitas vezes com ajuda estrangeira, principalmente dos Estados Unidos (CONYERS; HILLS 1984). O auge do planejamento governamental na América Latina e Caribe, segundo Guimarães (2001), ocorreu exatamente nos anos 60. Entretanto, até o momento, os governos não conseguiram satisfazer as expectativas criadas de antecipar o futuro e promover o bem estar social do seu povo, pois as mudanças mundiais são mais velozes que o conjunto de teorias e ferramentas utilizadas.

De acordo com Barreto (2000), os planejamentos na forma de planos econômicos surgiram no Japão no final do século XIX. Na década de 20, a União Soviética implantou seus planos quinquenais e a partir da década de 30, os setenais. Nessa mesma década, o planejamento empresarial começa a ser aplicado nos Estados Unidos. Em 1945, a França adotou o planejamento com planos quadrienais, que continua até hoje. No Brasil, a primeira experiência de planejamento foi realizada em 1939, durante o Governo de Getúlio Vargas, com o Plano Quinquenal Especial de Obras Públicas e Aparelhamento da Defesa Nacional, em decorrência da Segunda Guerra Mundial. De acordo com Almeida et al. (1993), em 1950 surge o Plano Nacional de Reparelhamento Econômico (Plano Lafer) e em 1957 é apresentado o Programa de Metas. A partir de 1960, aparecem vários planos que ensaiam o planejamento global ou integrado. Já no final da década de 60, difundiu-se a ideia de que o planejamento tinha que considerar os aspectos físicos e sócio-econômicos. Na metade da década de 70, inicia-se a implantação dos planos regionais. Na década de 80, com a edição da Lei 6.938 de 31/08/81, que dispõe sobre o Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA), o planejamento ambiental começa a tomar mais vulto.

A crise no planejamento, a partir da metade de 1960, resultou em importantes mudanças nos planejamentos de desenvolvimento. Foi necessário considerar, então, o meio ambiente físico,

político e social, tanto quanto os fatores econômicos. Os planejamentos deixaram de ser de domínio dos economistas para incorporarem diferentes especialistas. Outra mudança significativa nos planejamentos está relacionada com as questões de distribuição e equidade, uma vez que a experiência do crescimento econômico, pós-guerra, demonstrou um aumento da desigualdade, beneficiando apenas uma minoria da população, ao invés da maioria.

O planejamento físico territorial surgiu no Reino Unido no início do século XX, cuja abordagem caracterizou os planejamentos entre 1920 e 1960, dominado pelos arquitetos e agrimensores, e por alguns engenheiros civis. Estudos dessa natureza objetivavam a distribuição das terras para diferentes funções, tais como agricultura, indústria, comércio, recreação, etc. A partir de 1960, essa ênfase começou a desaparecer com a entrada de outros especialistas, tais como geógrafos, sociólogos e cientistas políticos, trazendo com eles novas perspectivas sobre a natureza dos problemas desse tipo de planejamento e novas ideias sobre como esses problemas poderiam ser resolvidos. Entre 1960 e 1970, as universidades do Reino Unido também tiveram uma mudança similar, cujo número crescente de praticantes e acadêmicos de planejamento explorou o potencial dos conceitos e das técnicas de disciplinas das ciências sociais, enriquecendo a teoria e os métodos do planejamento físico. Nessa década, o planejamento deixou de ser meramente direcionado para o uso da terra, para ser o planejamento integrado das forças ambientais, econômicas e sociais, iniciando uma nova abordagem para o planejamento físico, a abordagem integrada, parecida com o planejamento ambiental considerado atualmente.

Para Santos (1995, 2004), as origens do planejamento encontram-se há cerca de 4.000 AC, na Mesopotâmia, onde já era possível observar informações sobre planejamento do espaço, considerando aspectos ambientais como topografia e microclima. Passou pela Grécia Antiga, com Aristóteles pensando o planejamento urbano, sendo considerado o grande teórico da cidade, pela época da Revolução Industrial até atingir os conceitos e a compreensão atual. Na Tabela 1, encontra-se o resumo da evolução do planejamento até os dias atuais.

Sem dúvida, as noções de planejamento da utilização adequada do espaço urbano e rural remonta a milênios, e talvez a ideia de sustentabilidade, conforto e estética, na ordenação territorial, não seja tão nova. Segundo Escalante (1994), a população andina, principalmente a cultura Tiwanaku (1500AC-1200DC), deixou grandes avanços para a ciência, como as técnicas de cultivos em “camellones” (sistema de irrigação) para as planícies e “andenes” (terraceamento com pedras) para as encostas, além de um legado arquitetônico na construção de suas cidades.

Verificou-se, então, que os planejamentos evoluíram historicamente, deixando de ter a conotação meramente de crescimento econômico ou de planejamento físico para abordarem a questão ambiental de forma mais abrangente. Nesse sentido, estudos que objetivam entender o funcionamento e a estrutura dos ecossistemas e sugerir intervenções de qualquer natureza não podem preterir de uma abordagem interdisciplinar, em que os fatores que compõem o meio físico-biótico-sócio-econômico devem ser considerados, assim como suas inter-relações, sob a ótica de diferentes especialistas.

Tabela 1. Evolução do planejamento ambiental.

Preocupação central do planejamento	Período histórico
• Ordenação do espaço	• Primeiras aldeias - Mesopotâmia - 4000 AC (topografia e clima, preceitos religiosos, esotéricos e de conforto).
• Impactos ambientais em cidades	• Grécia - Aristóteles: o grande teórico das cidades
• Impactos culturais e sócio-econômicos	• Grécia Antiga à Revolução Industrial (preceitos religiosos, defesa de condomínios, desenvolvimento de mercado, domínio social e político, estético, funcional)
• Planejamento de recursos hídricos e gestão de bacias hidrográficas	• Virada do século XIX - anos 1930
• Planejamentos econômicos	• Anos 1950-1960
• Avaliação de impactos ambientais	• Anos 1950-1970
• Retomada dos fundamentos dos métodos de decisão multicriterial	• Anos 1970
• Conservação e preservação de recursos naturais	• Anos 1970-1980
• Desenvolvimento sustentável	• Anos 1990

Fonte: Santos (1995).

Planejamento ambiental sob uma visão sistêmica e integrada

Para Seiffer (1998), o desafio da pesquisa ambiental consiste, dentre outros, na adoção de sistemas de planejamento que integrem componentes ambientais biofísicos e econômico-sociais; observação sistemática e avaliação de dados ambientais; promoção de atividades científicas, que levem à melhor compreensão dos ecossistemas naturais, agrícolas, pecuários, florestais e aquáticos; e fortalecimento das instituições que lidam com a terra para que assumam uma abordagem interdisciplinar (ambiental, social e econômica).

Santos e Mozeto (1992) salientam que, dentro da abordagem ecológica, a tomada de decisão relacionada ao manejo ambiental contempla estudos relacionados à estrutura e à função dos ecossistemas, para o conhecimento do funcionamento e do comportamento destes frente às perturbações. Nesse caso, estudos contínuos em áreas naturais, relativamente não perturbadas, são essenciais para proposição de diretrizes ao manejo e à qualidade ambiental. Esse estudo analisa as atividades relacionadas às dimensões abordadas (ecológica, social e econômica) dentro da visão sistêmica.

Segundo Ballester et al. (1995), para o manejo do complexo ambiental é necessário o conhecimento detalhado das variações espaço-temporais dos fatores naturais e antrópicos que atuam sobre ele. A união de tais dimensões, permitindo o processamento concomitante dos dados, tem sido possibilitada pelos Sistemas de Informações Geográficas, definidos como tecnologias para investigação dos fenômenos ambientais que combinam os avanços tecnológicos da cartografia e banco de dados automatizados, o sensoriamento remoto e a modelagem. As informações de caráter sinérgico, resultantes do emprego dessas ferramentas, têm auxiliado na formulação de propostas de manejo.

Autores como Kitamura (1994) e Scarabello (2007) salientam que a participação comunitária é importante no planejamento e na implementação de programas e projetos com fundo social e/ou ambiental. As comunidades locais, dados os sistemas de vida em harmonia e de certa cumplicidade com o meio ambiente, podem prover condições iniciais para o sucesso de programas e projetos que venham a ser implantados. Nesse sentido, é fundamental entender a cultura, as formas de vida e, principalmente, as formas específicas com que as populações nativas manejam seus recursos naturais.

Segundo Westman (1985), as intervenções humanas afetam simultaneamente os meios natural e social, sendo que a avaliação integral dos impactos ecológicos e sociais de uma ação proposta requer uma abordagem holística, pois a análise individual desses impactos não revelaria, totalmente, os efeitos interativos no ecossistema. De acordo com esse autor, uma previsão acurada dos impactos num determinado lugar não pode ser feita sem o conhecimento de outros projetos propostos para a área, bem como da intensidade da pressão direta e indireta que eles impõem sobre o local. Para se prever os impactos cumulativos, a análise deveria considerar alguns planos para o desenvolvimento futuro da região, e esses planos, por sua vez, geralmente derivam de um conjunto de políticas para desenvolvimento regional, valores e objetivos nacionais. Portanto, para falar de efeitos combinados de propostas independentes para uma região, deve-se considerar que avaliação de impacto é dependente do planejamento regional.

Em apoio a uma abordagem integrada do processo de tomada de decisão, se faz necessário o uso de dados e informações de forma sistemática e simultânea de dados sociais, econômicos e ambientais. A análise deve enfatizar as interações e as sinergias que ocorrem entre atividades no âmbito regional.

De acordo com Laak (1994), uma região é um sistema que consiste de um complexo de usos da terra inter-relacionados por uma interdependência funcional. As atividades humanas de origem econômica, espacial e ambiental são mais intensivas, comparadas a outros pontos espaciais e a outros usos da terra. O mesmo autor cita que uma rede elaborada a partir da integração de atividades funciona como um sistema que pode ser caracterizado por sua estrutura e por sua função. A estrutura de uma região (de um sistema) é definida como o arranjo de usos da terra em um espaço físico (de subsistemas). Analogamente, nos ecossistemas naturais tem-se essa estrutura relacionada à da cadeia trófica. As funções de uma região são definidas como transporte de bens econômicos, pessoas e poluição ambiental, ou seja, escoamento de energia-matéria, troca de informação entre subsistemas. Acrescenta-se a essas funções, aquelas desempenhadas por ecossistemas naturais e seminaturais que são parte de

uma região e produzem, gratuitamente, valiosos bens e serviços chamados de funções da natureza.

Conforme García-Huidobro (1998), o processo de desenvolvimento produtivo sustentável requer, simultaneamente, exigências nos meios físico, biológico e sócio-econômico. No meio físico-biológico são indispensáveis: a conservação dos recursos naturais para melhor aproveitamento dos ecossistemas; a realização de processos produtivos sustentáveis; a obtenção de produtos não contaminados e o melhoramento progressivo do habitat e da paisagem. No meio sócio-econômico, requer que os ecossistemas permitam garantia de trabalho, entradas competitivas com outros setores da produção e, de maneira geral, a qualidade de vida compatível com suas necessidades e possibilidades atuais. Em termos econômicos, o enfoque sustentável exige rentabilidade da atividade, qualidade dos produtos segundo exigências de mercado e continuidade do negócio ao longo do tempo.

A questão das relações entre agricultura e meio ambiente alcança dimensão bem diferente quando confrontada com a noção de sustentabilidade: conhecimentos científicos interdisciplinares devem ser mobilizados; a sensibilidade dos consumidores é particularmente requisitada e o setor econômico reafirma-se em objeto de políticas públicas ou por razões de segurança alimentar ou de conquista de mercado (BILLAUD, 1995). É necessário, dentro da população humana, certo nível de educação a fim de que se entenda a complexidade dos sistemas agropecuários e dos sistemas naturais, para se pensar nos limites da produção de longo prazo (FRANCIS, 1998). Nesse sentido, a manutenção, a renovação de recursos e a recuperação ambiental e social são os grandes desafios da humanidade para o século que se inicia, buscando o equilíbrio entre os fatores de produção, extração de recursos e manutenção do meio ambiente.

No Brasil, com a promulgação da Lei nº 6.938/81, estabeleceu-se que a implantação de empreendimentos agrícolas a partir de determinado porte deve ser precedida de um estudo de seus possíveis impactos sobre o meio ambiente, de forma integrada. Entendendo-se por meio ambiente o Meio Físico (estrutura abiótica: clima, topografia, pedologia, regime e distribuição dos corpos d'água, etc.), Meio Biológico (estrutura biótica: estuda os organismos vivos e suas relações), e Meio Antrópico (atividades humanas e aspectos que incluem variáveis sociais, culturais e econômicas).

Pensando o planejamento ambiental como uma análise integrada do meio ambiente, o planejador jamais deve esquecer que as peças mais importantes envolvidas nesse processo são: o homem e a natureza. E esse mesmo homem, ao utilizar um ecossistema, altera sua estrutura e seu funcionamento, causando impactos às vezes irreversíveis. Todavia, isso pode ser evitado ou minimizado, por meio do conhecimento e planejamento prévio do uso desse ecossistema. Esse planejamento deve ser capaz de produzir e definir normas de uso e ocupação da terra, além de estabelecer diretrizes para o desenvolvimento e conservação, sugerindo alternativas para reverter o processo de deterioração ambiental, social e econômica.

No entanto, ainda que extremamente necessária, a obtenção da compreensão holística do meio ambiente é uma tarefa difícil e a interdisciplinaridade enfrenta inúmeras barreiras, que serão citadas ao longo dos capítulos deste livro. Ressalta-se que o zoneamento ambiental é base para o planejamento ambiental.

Capítulo 2

A importância e as limitações do zoneamento ambiental

As paisagens brasileiras são compostas de um conjunto de elementos naturais e de origem humana que se distribuem no território nas mais diversas combinações. São composições espacialmente heterogêneas, com uma quantidade expressiva de interações entre seus componentes, formando mosaicos de diversos graus de complexidade. Para avaliar a heterogeneidade de uma paisagem é necessário compreender sua composição e estrutura, que na verdade é o resultado da influência ou interferência de fatores físicos, como o relevo; da ação de distúrbios naturais, como o fogo, e de distúrbios humanos, como o desmatamento, ao longo do tempo. Assim, simplificada, dizemos que a paisagem é o retrato das condições físicas, biológicas e de natureza humana, como a econômica, social e cultural.

Quando planejamos uma paisagem sob a ótica da conservação ambiental, devemos ter uma visão holística e multifuncional dessas dimensões natural e humana. Diante dessa interpretação, podemos propor mudanças na paisagem que conduzam a uma melhor condição de qualidade ambiental, interferindo na sua composição e na sua estrutura atual. De forma geral, a tomada de decisão sobre os melhores caminhos a serem seguidos é antecedida pela etapa de zoneamento. Os planejadores que adotam essa estratégia admitem, por pressuposto, que os elementos que compõem a paisagem de estudo, apesar de interligados, agrupam-se, diferencialmente no espaço, com elos funcionais mais fortalecidos dentro de subconjuntos do que entre eles (Figura 1). Assim, determinadas porções territoriais teriam características próprias, com níveis específicos de organização, de potencialidades e de fragilidades. Nessa concepção, elaborar um zoneamento significa dividir uma

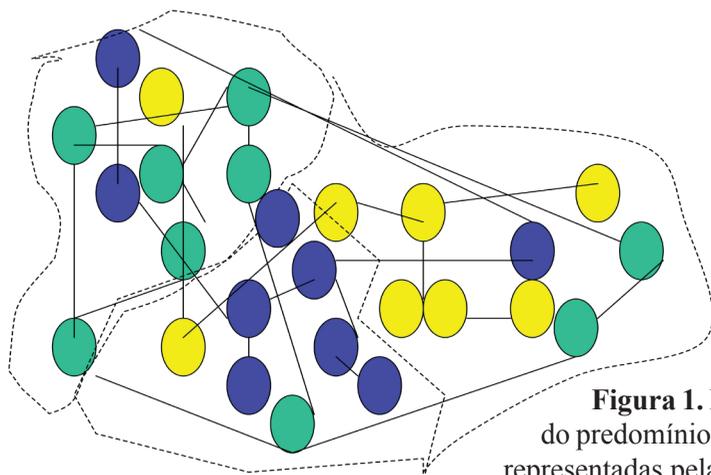


Figura 1. Definição de três subconjuntos em função do predomínio de características estruturais e funcionais representadas pelas cores verde, azul e amarelo.

área em unidades territoriais (ou zonas) específicas, em função da interpretação das características estruturais e funcionais do meio, que na tomada de decisão são destinadas a determinadas atividades, quer seja para uso humano, para conservação de um conjunto de elementos ou para preservação dos recursos naturais.

O zoneamento apresenta-se como uma estratégia importante para o planejador, à medida que permite delimitar áreas concretas para a gestão ambiental, facilitando a definição e a espacialização de impactos e tarefas gerenciais. Porém, é necessário estar atento a várias questões.

Primeiro, que a definição desses subespaços deve ser produto de uma avaliação interdisciplinar, que observa o território de forma plena, em seus eixos, tanto horizontal como vertical. Segundo, pelo fato de o zoneamento refletir os elos mais coesos dentro de uma paisagem, em que seus componentes têm maior grau de associação, ele induz à suposição errônea de que as zonas são homogêneas. Na verdade, o que se reconhece é a maior similaridade ou a menor similaridade dos elementos componentes da paisagem, mas a paisagem como um todo, numa determinada escala, num determinado tempo, é heterogênea. Terceiro, que não se deve esquecer a existência do continuum das relações funcionais, que se expressam diversamente em diferentes escalas de observação. Assim, zonedar não pode ser entendido como um simples mapeamento de temas ambientais por imagem de satélite ou foto aérea e as zonas não podem ser interpretadas como uma camisa de força gerencial.

Atualmente, os modelos de zoneamento utilizados no Brasil não possuem uma metodologia clara e de fácil aplicação. Isso faz com que os planos de desenvolvimento do Governo normalmente careçam de uma melhor interpretação das inter-relações ambientais e da relação homem-natureza. É comum observar nos zoneamentos uma ótima caracterização do meio planejado efetuada por especialistas de cada tema, como relevo, vegetação, demografia ou uso da terra. Porém, de forma comum, apresentam uma fraca análise integrada. Uma vez que a análise é a base da compreensão dos elos de ligação funcional e também deveriam ser a base para a tomada de decisão dos limites das unidades territoriais, os planejamentos falham em sua concepção. Não há clareza sobre os critérios estruturais e funcionais que norteiam a delimitação das unidades de zoneamento.

Conforme já referenciado por Teixeira (1995), um claro entrave à integração é representado pelas diferenças de escala de observação dos fenômenos entre as diferentes disciplinas, tanto do ponto de vista temporal (periodicidade) quanto do espaço de apreensão (ecossistema, sítio cultural, região). Para elaborar o zoneamento é necessário, então, um esforço no sentido de se fazer entender pelos outros pesquisadores envolvidos no processo, não se fechando na sua própria especialidade. O conteúdo específico de uma especialidade deve responder a todas as outras e às múltiplas interações que os unem e sob múltiplas escalas de abordagem que representem adequadamente os principais níveis de organização, local e global, o instante e o tempo geológico, a molécula e o ecossistema.

É importante frisar que as deficiências nem sempre estão presas à interpretação dos dados, mas algumas vezes a própria obtenção do dado. Assim, por exemplo, nem sempre é fácil identificar e espacializar nos diagnósticos as causas de pressão e distúrbio sobre o meio e as respostas da sociedade em função dessas pressões para analisar o elo estrutura-função. Além disso, as regras para identificação das unidades de zoneamento são altamente qualitativas e carregadas de subjetivismo, ficando muitas vezes à mercê da impressão da equipe envolvida na pesquisa. Em outras palavras, a falta de reflexão sobre os conceitos e caminhos do zoneamento faz com que cada equipe de especialistas crie diferentes zoneamentos, num resultado sem fim.

É necessário, portanto, desenvolver conceitos e propostas metodológicas que efetivem medidas reais e quantitativas relacionadas ao meio ambiente, que simplifiquem a expressão dos resultados obtidos e que sejam de fácil acesso e repetição pelas pessoas envolvidas nessa área do conhecimento.

Essas observações induzem-nos a concluir que os pesquisadores-planejadores deveriam se empenhar mais para responder a algumas perguntas como: (a) É possível fugir da interpretação subjetiva? (b) É possível mapear conceitualmente e introduzir o rigor estatístico na delimitação de zonas? (c) Podemos expressar, espacial e numericamente, a heterogeneidade interna de cada zona e entre elas? (d) Diante da complexidade ambiental, podemos concretamente definir o fator e a função ambiental dominantes para a formação de uma determinada zona?

Este livro pretende estimular os leitores a refletir sobre possíveis caminhos para responder a essas questões. Nos capítulos que se seguem são apresentados conceitos e propostas metodológicas que procuram avaliar a organização do espaço em sua forma mais abrangente possível e aprimorar o zoneamento por uma identificação e análise estatística integrada dos fatores ambientais que estão solidamente ligados.

Pretendemos facilitar a leitura da proposta conceitual e metodológica por meio de sua aplicação em uma bacia hidrográfica de alta heterogeneidade, que possui um conjunto sólido de informações físicas, biológicas e sócio-econômicas.

Os capítulos seguintes concentram-se, basicamente, na questão conceitual e metodológica da obtenção de células territoriais, mas não podemos esquecer que o produto do zoneamento ultrapassa esse conhecimento. Sua aplicação necessita da integração das ações das instituições públicas e privadas que visam ao desenvolvimento regional, possibilitando, por um lado, a compatibilização dos esforços a serem empreendidos e por outro lado, a otimização dos benefícios dos investimentos a serem realizados. Conforme destacam Caubet e Frank (1993)

e Zanoni e Raynaut (1994), a ocupação concreta do espaço não é apenas a expressão do confronto ativo das sociedades humanas com seu ambiente espacial, mas também a resultante da organização social e das dimensões culturais. O uso da terra é o ponto de ligação decisivo entre processos sociais e naturais, mas cada um dos dois sistemas exige ser analisado em função de suas condições intrínsecas de funcionamento.

O zoneamento exige uma rigorosa organização dos procedimentos da pesquisa integrada, considerando o tempo para discussão, o calendário de execução e os níveis de abordagem. O trabalho coletivo deve organizar-se de maneira que todos compartilhem de um conjunto de hipóteses de trabalho e de objetivos que definam um delineamento comum. Cada um deve saber o lugar que assume na exploração do problema comum identificado e com quem deve colaborar para tanto; da mesma forma, conhecer as operações concretas nas quais irá encontrar no trabalho de campo e em que condições poderão aplicar os instrumentos de sua disciplina. A colaboração de outros exige, às vezes, tolerar certas acomodações nas condições de sua própria prática.

A abordagem holística é sempre difícil, sobretudo quando se trata de fazer com que pessoas e instituições colaborem entre si. Diversos tipos de dificuldades aparecem no plano de cooperação científica entre disciplinas. Duas que parecem ser fundamentais no atravancamento da interdisciplinaridade referem-se ao problema dos perfis dos pesquisadores e a resistência das instituições. Não são necessários generalistas, que pretendam praticar sozinhos a interdisciplinaridade, mas sim de especialistas competentes nas diferentes disciplinas com uma formação complementar que lhes permitam, segundo Zanoni e Raynaut (1994, p. 151):

[...] superar o quadro conceitual de sua disciplina de base e conceber os seus limites [...] problematizar de maneira mais ampla possível questões de meio ambiente e de desenvolvimento, em função de uma perspectiva teórica de conjunto e [...] compreender a linguagem, os objetivos científicos e os métodos das outras disciplinas, a fim de poder colaborar com elas.

Ainda de acordo com esses autores, observa-se nas instituições de ensino e pesquisa a construção dos territórios de poder sobre os territórios intelectuais. Alguns profissionais, após a criação do seu símbolo emblemático de sucesso científico, apresentam sérias resistências em relação a uma nova postura científica que coloca em risco a lógica de seu procedimento. Os critérios de avaliação científica, baseados no que cada disciplina estabelece, não contemplam a interdisciplinaridade.

Para sair desses impasses, acreditamos que o desafio nos dias de hoje é estabelecer um quadro específico de legitimação do trabalho científico interdisciplinar, por meio da consolidação da área ambiental, formando uma comunidade científica e promovendo seus próprios procedimentos de reconhecimento, de avaliação e de validação. O discurso é voltado à incitação de grupos acadêmicos que, realmente, transformem o zoneamento num instrumento técnico, político, de negociação e de controle social para a gestão das paisagens brasileiras.

Capítulo 3

Conceitos importantes para obtenção de zoneamento

O que é zoneamento?

Zoneamento é comumente entendido como o ato de dividir uma área em setores a partir de determinados critérios. Cada setor, ou zona, deve estar sujeito a normas específicas que podem focar uma linha de ação, como a conservação ambiental. Cada zona tem um grau de similaridade e relação entre os seus elementos componentes e uma diferença claramente identificada entre as zonas vizinhas. Muitas vezes as semelhanças e diferenças entre zonas são explicadas pela heterogeneidade que reconhecemos pela observação da paisagem, sempre por meio de uma análise múltipla e integradora. Assim, o zoneamento é mais que identificar, localizar, e classificar atributos de um território. Deve ser entendido como o resultado de análises dinâmicas e regionalização de atributos relevantes obtendo, conseqüentemente, a integração dessas análises. É, antes de tudo, um trabalho transdisciplinar, passível de análise quantitativa e de ser desenvolvido no enfoque analítico e sistêmico, com vistas a orientar a revisão e/ou formulação de políticas como de pesquisa, de desenvolvimento, de conservação e de manejo integrado de recursos naturais. Nesse sentido, o enfoque analítico refere-se à regionalização e diagnósticos dos atributos mais importantes para o processo de tomada de decisão, enquanto que o enfoque sistêmico refere-se à integração das temáticas, formulação de diagnóstico integrado, prognósticos e síntese para cada conjunto de informações.

O zoneamento, independente de sua adjetivação, define as zonas segundo critérios de agrupamentos pré-estabelecidos,

cujos resultados podem ser apresentados na forma de mapas, matrizes ou índices técnicos. Independentemente da forma que se apresenta, sua definição tem sempre limitações no desenho das zonas, resultantes da fragilidade da interpretação dos gradientes e da decisão sobre as linhas limítrofes que segmentam o território.

Quais são os adjetivos mais comuns para zoneamento?

O zoneamento tem sido adotado como principal instrumento de regulamentação de um território, e sofre diversas adjetivações, essencialmente em função de sua perspectiva de ação, se voltado para controle de crescimento, do tipo de uso ou da proteção ambiental. Conforme cita Randolph (2004), ele pode ser obtido ora por interpretação de critérios de desempenho (zoneamento de desempenho), ora de concentração de densidade de uso (zoneamento por agrupamento), ora pelo potencial e restrição ambiental (zoneamento por sobreposição), entre outros. Alguns adjetivos são especificados na legislação brasileira, outros somente em literatura. A Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil (PNMA. Lei nº 6.938 de 31/08/1981), principal condutor dos regulamentos legais para conservação ambiental, apresenta o zoneamento como o instrumento indicado para cumprir seus objetivos de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, sem deixar de assegurar condições de desenvolvimento sócio-econômico e de proteção da dignidade humana. Esse zoneamento deve tratar integralmente os fatores ambientais que destacam as características do meio, as vocações e as fragilidades, nos seus diferentes aspectos físicos, biológicos e humanos.

O zoneamento geoambiental (BRASIL, 1984) é a setorização do espaço geográfico, de acordo com as suas potencialidades, restrições e problemas, estimando-se os limites máximos para a sua exploração racional, tendo em vista a conservação do meio ambiente. Baseia-se na teoria de sistemas, em que os componentes físicos e biológicos do meio natural formam uma cadeia de inter-relações, buscando constantemente sua estabilidade dinâmica.

Para Pivello et al. (1998), o zoneamento ecológico é o estabelecimento de unidades da paisagem baseado em alguns aspectos físicos, biológicos e institucionais seguido da identificação dos níveis de fragilidade ambiental em cada uma dessas unidades. Esse conceito foi proposto para unidade de conservação, utilizando informações de geomorfologia, pedologia, vegetação e aspectos institucionais.

Visando responder: quais culturas, quando e onde plantá-las, o zoneamento agrícola determina zonas aptas para implantar determinadas culturas, considerando as exigências bioclimáticas da planta e baseado nas características pedológicas, geomorfológicas e nas condições climáticas, tais como disponibilidade de água, temperatura adequada, etc.. Em alguns momentos pode se confundir com o mapa de aptidão agrícola das terras. Desde 1995 desenvolve-se no Brasil o zoneamento agrícola, não com a finalidade descrita acima, mas sim com a intenção de reduzir os riscos climáticos na agricultura. Esse zoneamento, segundo Rosseti (2001), objetiva o [...] desenvolvimento de estudos de regionalização dos sinistros climáticos no Brasil, visando

minimizar as perdas na produção agrícola, disponibilizando ao produtor rural, técnicas que permitam fugir de riscos climáticos oriundos do regime de chuva.

No zoneamento agropedoclimático (CHAGAS et al., 2001) é enfatizada a abordagem integrada entre as variáveis climáticas e pedológicas, e ainda considera áreas importantes do ponto de vista ecológico e paisagístico para manutenção da biodiversidade. Esse zoneamento vem sendo conduzido considerando as épocas de semeadura das culturas, dependente das variáveis climáticas e aptidão dos solos.

Existe ainda o zoneamento climático, cujas unidades são delimitadas com base nos aspectos climáticos definindo zonas com clima homogêneo; o zoneamento edafoclimático por culturas, que identifica zonas para plantar determinadas culturas; e o zoneamento para locação de empreendimentos, utilizado para verificar a viabilidade técnica, econômica e ambiental de empreendimentos tais como: redes, gasoduto, aterro sanitário, indústrias, entre outros (GRIFFITH, 1989; RANIERI, 2000; SOUZA, 1990).

O zoneamento urbano, sempre definido na legislação de uso e ocupação do solo urbano de cada município, normatiza as formas de uso, atividades humanas e tipos de construções da área urbana, determinando o que pode ou não ser feito em cada zona. Geralmente as áreas urbanas são divididas em zona residencial, zona comercial, zona industrial, zona central, zona de proteção, zona de expansão e zona especial. Esse zoneamento deve dar suporte ao plano diretor da cidade, em que são definidas as grandes diretrizes urbanísticas.

Existem regulamentos legais que dispõem sobre as diretrizes do zoneamento industrial, principalmente em áreas críticas à poluição. As zonas destinadas à instalação de indústrias costumam ser definidas no zoneamento urbano, de maneira que compatibilizem as atividades industriais com a proteção ambiental. De forma comum, são apresentadas três categorias de zonas: zonas de uso estritamente industrial, zonas de uso predominantemente industrial e zonas de uso diversificado, podendo ser divididas em subcategorias, em função da natureza das indústrias instaladas. Outros regulamentos legais dispõem sobre o zoneamento de ruído em torno de aeroportos, definindo zonas de ruídos e tipos de usos (construções, atividades, etc.).

A legislação sobre o Estatuto da Terra, Lei nº 4.504 de 30/11/64 (BRASIL, 1964) determina a “[...] realização de estudos para o zoneamento do país em regiões homogêneas do ponto de vista sócio-econômico e das características da estrutura agrária”, visando, entre outras, orientar o uso agropecuário nas áreas sob o controle do Estado “[...] quanto à melhor destinação econômica das terras, adoção de práticas adequadas segundo as condições ecológicas, capacidade potencial de uso e mercados interno e externo”. O zoneamento a que se refere essa Lei tem alguns poucos pontos semelhantes ao zoneamento agrícola. Mais informações sobre o assunto podem ser encontradas nos Decretos: nº 55.891 de 31/03/65 e nº 68.153 de 01/02/71 (BRASIL, 1966).

O zoneamento agroecológico visa ao equilíbrio entre o meio ambiente e a produção sustentada, considerando os fatores envolvidos na produção agrícola e suas relações com a dinâmica ambiental e econômica. Busca identificar e delimitar zonas com aptidão agroecológica, tendo como base, informações do meio físico, biológico e sócio-econômico, objetivando causar o

menor impacto negativo sobre os ecossistemas. Para Sánchez (1991) “[...] o zoneamento agroecológico é o resultado geográfico de um ordenamento do meio rural e florestal que relaciona os sistemas naturais e os modificados pelo homem com as melhores alternativas de estruturação”.

Para a região costeira foi criado o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) por meio da Lei nº 7.661 de 16/05/88, em que foi inicialmente previsto o zoneamento de uso e atividades para “[...] orientar a utilização nacional dos recursos na zona costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural”.

Unidades de Conservação também devem, por força legal, elaborar seu zoneamento, que representa a síntese do conhecimento sobre esses espaços e, prioritariamente, expressar o grau de conservação do sistema natural em cada porção territorial. Para cada zona são definidas atividades de pesquisa, de manejo ou de visitação, dependendo da categoria. Assim, por exemplo, os Parques Nacionais necessitam de zoneamentos inseridos em seus planos de manejo, que definem zonas características, suas funções e restrições de uso como Zona Intangível, Zona Primitiva, Zona de Uso Extensivo, Zona de Uso Intensivo, Zona Histórico-cultural, Zona de Recuperação e Zona de Uso Especial. Em muitas Áreas de Proteção Ambiental (APAs) se estabelece a obrigatoriedade do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) para atender seus objetivos. Esse ZEE deve ser estabelecido em função das condições físico-bióticas, urbanísticas, agropastoris, extrativistas, culturais, entre outras, e tem como objetivo resguardar a qualidade e o equilíbrio ecológico dessas áreas.

O ZEE tem sido, nos últimos anos, a proposta do governo brasileiro para subsidiar as decisões de planejamento social, econômico e ambiental do desenvolvimento e do uso do território nacional. Ele tem como meta obter territórios gerenciados com base nos conceitos de sustentabilidade. Devem ser elaborados por meio de uma abordagem holística, integrando fatores e processos do meio; e sistêmica, que conduza a uma análise de causa e efeito, estabelecendo as relações de interdependência entre os subsistemas físico-biótico e sócio-econômico.

Zoneamento ambiental tem muitas conotações. Foi descrito por Sánchez e Silva (1995), com funções de ordenação, compartimentação, orientação, busca do desenvolvimento, análise integrada, evitar conflitos ecológico-sociais e de estratégia para ordenação do território. Esses autores afirmaram que “[...] o ato de zonedar um território corresponde a um conceito geográfico de regionalização que significa desagregar o espaço em zonas ou áreas que delimitam algum tipo de especificidade ou alguns aspectos comuns, ou áreas com certa homogeneidade interna”.

Em 1995, Lanna descreveu que o zoneamento ambiental deve estar sempre ligado ao desenvolvimento da sociedade e à equidade de acesso aos recursos naturais, econômicos e sócio-culturais, ou seja, visto sob o paradigma da sustentabilidade. Nesse sentido, o zoneamento ambiental é uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural (objeto de estudo) e, fundamentalmente, do meio sócio-econômico, por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada. É um termo abrangente, muitas vezes confundido e associado a outros tipos de zoneamento.

Seja qual for o tipo de zoneamento, ele é o resultado de um processo que envolve diversos passos, como a definição de indicadores baseada nos objetivos do planejamento, o levanta-

mento de dados sobre os indicadores, a elaboração integrada das informações que conduz ao diagnóstico e à definição de limites de unidades territoriais que define as zonas. Essa sequência de etapas é ditada principalmente para os zoneamentos de caráter ambiental, que conduzem a planejamentos de diferentes ordens, como planos de manejo ou planejamentos ambientais de bacias hidrográficas.

Diagnósticos ambientais: condutores do zoneamento

O diagnóstico ambiental deve estar baseado nas informações do meio físico, biótico e sócio-econômico, gerando os conhecimentos básicos a serem integrados no zoneamento e interpretados nas fases subsequentes. Deve procurar ressaltar a fragilidade e a vocação do ecossistema, obtidas pelo conhecimento da sua estrutura e de seu funcionamento, apoiados nas diferentes temáticas envolvidas no levantamento dos recursos e processos naturais e antrópicos da região estudada e, simultaneamente, explicitar, se possível, as inter-relações cujos temas estão suscetíveis.

Existem vários modelos para orientar a organização de dados ambientais, os quais se diferenciam em função dos objetivos a serem alcançados, tais como a elaboração de diagnóstico ambiental ou a avaliação de impactos ambientais, entre outros. Em estudos ambientais o mais utilizado é o modelo estrutural conhecido como “Pressão-Estado-Resposta (P-E-R)”, desenvolvido pela OECD (1993), e que se baseia no conceito da causalidade (Figura 2A). Pressupõe-se que as atividades humanas exercem pressão no ambiente, induzindo mudanças no seu estado, e a sociedade responde às alterações dessas pressões por meio de políticas econômicas e ambientais e programas para prevenir, reduzir ou mitigar as pressões e as mudanças e/ou danos no estado do ambiente (LEAD, 2003; OECD, 1993).

O estado de um fenômeno ou ambiente e seu funcionamento podem ser conhecidos por informações advindas de um parâmetro ou de valores derivados de parâmetros, que são conhecidos como indicadores. Um indicador quantifica e agrega dados que podem ser medidos e monitorados quando uma mudança ocorre no sistema. Eles integram conceitos ambientais aos setores públicos, integram as tomadas de decisão econômicas e ambientais e descrevem o estado do meio ambiente (SEGNSTAM, 2002).

O modelo P-E-R propõe organizar os dados e as informações ambientais na forma de indicadores, em uma matriz ou tabela, agrupando-os em três tipos principais de indicadores: os indicadores de pressão ambiental, os indicadores de estado ambiental e os indicadores de resposta da sociedade. Segundo a OECD (1993), os indicadores de pressão ambiental representam as pressões de atividades humanas sobre o ambiente, inclusive sobre a qualidade e a quantidade dos recursos naturais. Uma distinção pode ser feita entre indicadores de pressão direta (que pressionam o ambiente diretamente) e indicadores de pressão indireta (que representam atividades humanas que conduzem a pressões ambientais). Os indicadores de estado ambiental relacionam a qualidade do ambiente à qualidade e à quantidade de recursos naturais. Os

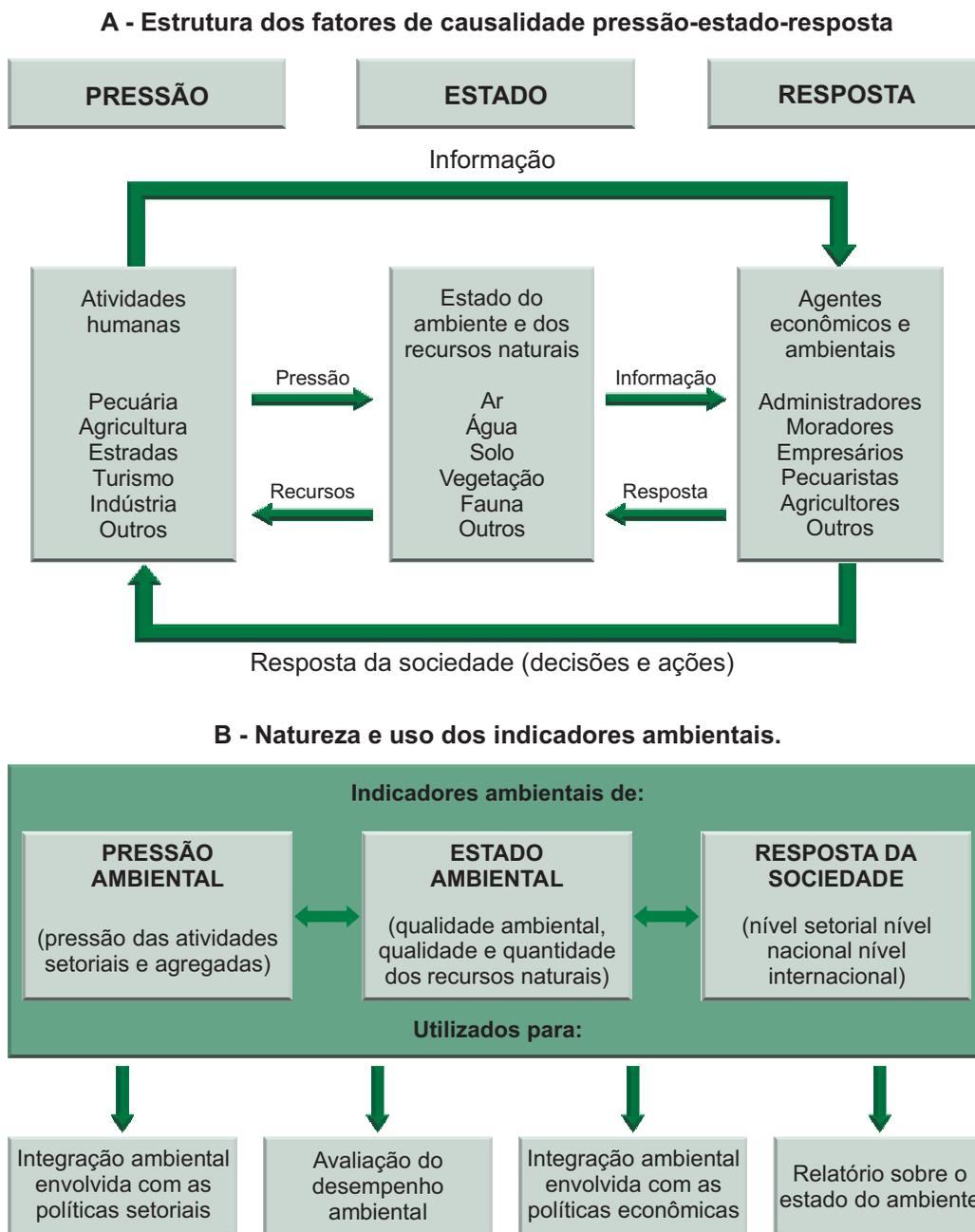


Figura 2. Modelo conceitual sobre fatores causais e indicadores de Pressão-Estado-Resposta.

Fonte: Adaptado de OECD (1993).

indicadores de estado devem ser elaborados para atuarem como indicadores de condições ambientais e para fazer um diagnóstico da situação (ou estado) do ambiente e suas mudanças com o passar do tempo. Os indicadores de resposta de sociedade são medidas que mostram o grau com que a sociedade está respondendo às preocupações com as mudanças ambientais. As respostas da sociedade se referem às ações individuais e coletivas para mitigar, adaptar ou prevenir impactos negativos, induzidos pelo homem, no ambiente, e deter ou reverter o que o

dano ambiental já infligiu. As respostas da sociedade também incluem ações para a preservação e a conservação do ambiente e dos recursos naturais.

Santos (2004) salienta que o modelo desenvolvido pela OECD estabelece uma forma clara e sistemática de organizar um conjunto grande de indicadores ambientais, fatores e elementos do meio, mas também sugere uma interação linear entre os fatores, o que não ocorre na maioria dos ambientes. A mesma autora descreve algumas modificações ou adaptações na estrutura do modelo que foram realizadas por diversos pesquisadores ou incluindo novas categorias de indicadores ou formando novos agrupamentos de indicadores na tentativa de uma interpretação mais aprimorada dos resultados e destaca que, para planejamentos ambientais, alguns ajustes sempre devem ser feitos (Figura 2A).

Contudo, independentemente do modelo utilizado, se adaptado ou não, a seleção de indicadores deve ser criteriosa e específica para cada objetivo e, para uma análise de uma região que objetiva o planejamento ambiental, os indicadores necessitam ter relevância política e ser úteis e de fácil compreensão para os usuários.

Muitas instituições internacionais têm trabalhado na seleção de indicadores de pressão, de estado e de resposta, das quais se destacam o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Banco Mundial (WB), a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), o Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IIDS), entre outros (UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 1999).

Na realidade, o conjunto de dados utilizado na aplicação do modelo P-E-R para execução do diagnóstico é formado pelos: dados primários, dados analisados ou derivados, indicadores (agregados ou simples) e índices. Essa organização estrutural na forma de uma pirâmide de informação foi mostrada por Winograd (1995), citado por Segnestam et al. (2000) e Segnestam (2002). Tal pirâmide possui na sua base diversos tipos de dados primários, gerando, num próximo nível, dados analisados, e estes dão origem aos indicadores e, posteriormente, aos índices, sendo que este último localiza-se sempre no topo da pirâmide. Os índices, segundo Segnestam (2002), são indicadores agregados ou ponderados que se baseiam em vários outros indicadores ou dados. Dessa forma, os conjuntos de indicadores podem ser construídos partindo-se dos dados primários e, por agregação, podem ser obtidos alguns índices, que é a informação mais sintetizada possível e comparável espacial e temporal. Esse modelo conceitual pode ser verificado na Figura 3A. Esses mesmos autores ressaltam que, em teoria, essa pirâmide funciona dessa maneira, mas na realidade ela acaba sendo invertida, como na Figura 3B, principalmente pela falta de dados, pois a inclusão, o monitoramento e a obtenção de um novo componente no conjunto de dados têm custo muito alto.

No contexto deste livro, o zoneamento é apresentado como a identificação e a delimitação da paisagem em unidades de zoneamento segundo suas vocações e fragilidades, com base nos fatores ambientais dos meios físico, biológico e sócio-econômico. Ele é o arcabouço e o suporte para o planejamento ambiental.

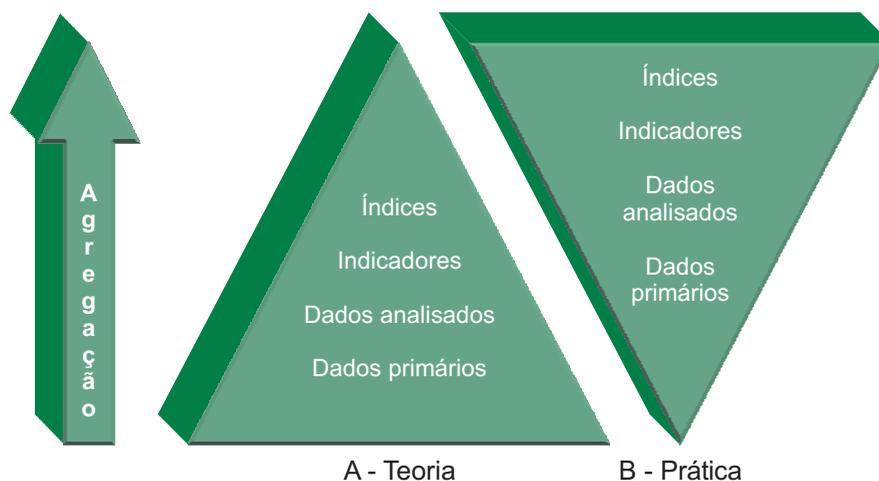


Figura 3. Organização dos dados do modelo P-E-R em forma de pirâmide.

Fonte: Winograd (1995), citado por Segnestam (2002).

Busca-se encontrar, na superfície terrestre, zonas ambientais “homogêneas” ou áreas com características e inter-relações funcionais semelhantes, ou graus semelhantes de heterogeneidade, sobre as quais possam se implementar planos, programas, projetos, metas e diretrizes de planejamento ambiental.

Essas unidades de zoneamento referem-se a zonas identificadas com certa homogeneidade interna em função de suas variáveis ambientais, passíveis de serem delimitadas no eixo horizontal do espaço numa dada escala. São determinadas por agrupamentos cujas variáveis ambientais (componentes, fatores e atributos) apresentam alto grau de associação dentro da paisagem e significativa diferenciação entre os grupos. Em outras palavras, é fundamental reconhecer, suficientemente, as similaridades dos elementos componentes de um grupo e, simultaneamente, claras distinções entre os grupos vizinhos. Assim, homogeneidade e heterogeneidade de uma paisagem são avaliadas de forma concomitante, e a interpretação conjunta pode conduzir ao entendimento sobre a complexidade do mosaico.

Além disso, defendemos que a análise do mosaico e a análise das zonas devem considerar o conceito de organização hierárquica da natureza e a inter-relação entre os fatores ambientais.

De acordo com o conceito da organização de hierarquia da natureza (NAVEH e LIEBERMAN, 1994), o universo é considerado como uma organização, ou seja, um todo ordenado de uma hierarquia de sistemas estratificados em vários níveis, em que cada nível superior é composto de níveis inferiores. Essa regra de organização hierárquica é exibida por todas as estruturas complexas e processos de um caráter relativamente estável, dos níveis químicos e físicos subatômicos e atômicos para os níveis biológicos orgânicos e suborgânicos, e para os níveis ecológicos superorgânicos e sociais de integração, até os sistemas mundiais e galácticos. Essa hierarquia seria como uma árvore, com vários níveis, estratificações, padrão de desdobramentos de um sistema organizacional, se ramificando em subsistemas que, por sua vez, originam subsistemas de ordem inferior; uma estrutura englobando subestruturas; um processo que ativa subprocessos, e assim por diante (Figura 4).

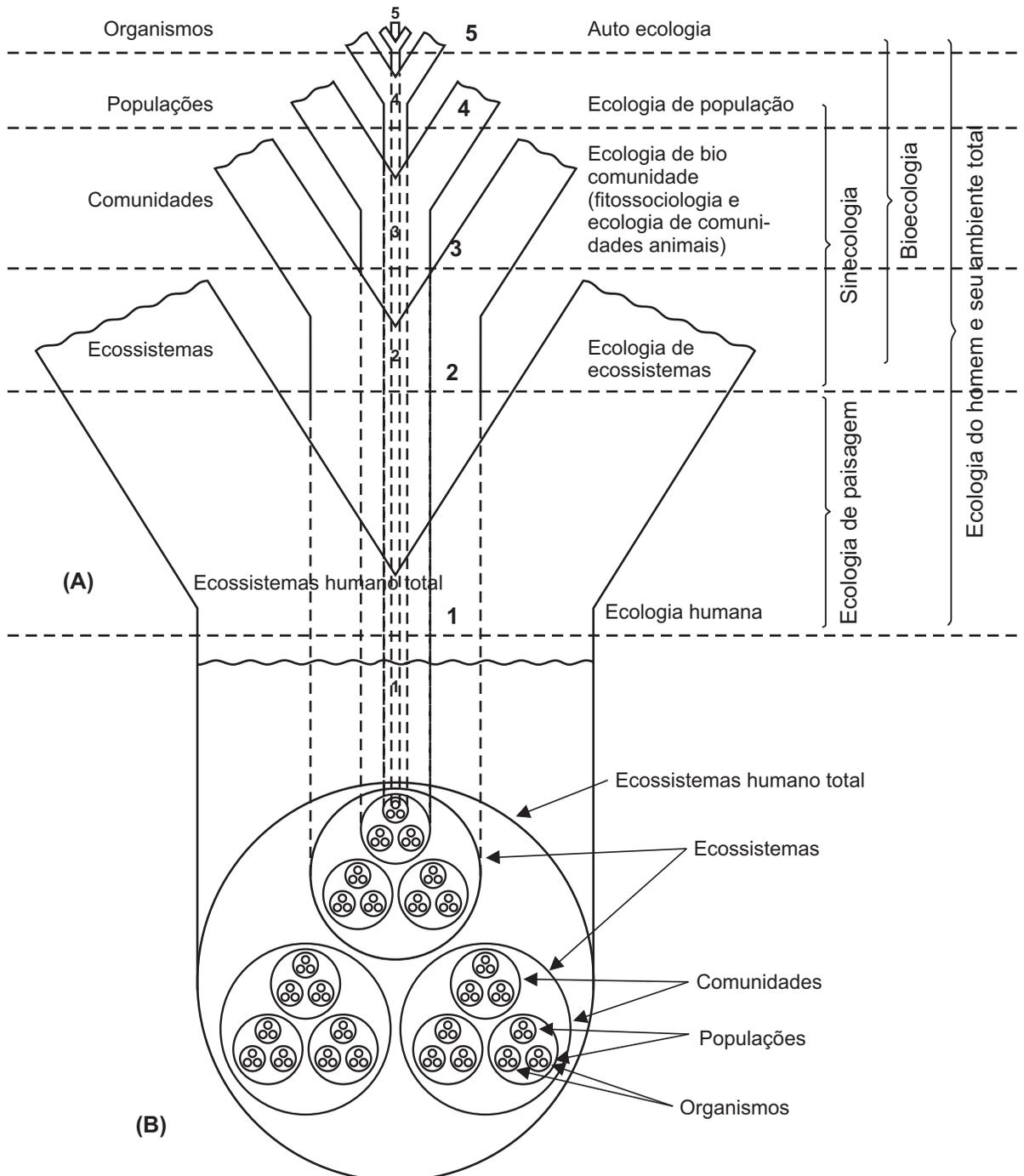


Figura 4. Hierarquia da Natureza e suas disciplinas correlatas, em uma combinação genérica de cinco níveis (A) em três (B).

Fonte: koestler (1969), citado por Naveh e Lieberman (1994).

A compreensão das inter-relações existentes entre os fatores ambientais em seus diversos níveis hierárquicos é extremamente importante para o planejamento ambiental e isso deve ser considerado na identificação das unidades de zoneamento. A Figura 5 relaciona sinteticamente os fluxos de energia e matéria entre as componentes da natureza e da sociedade humana.

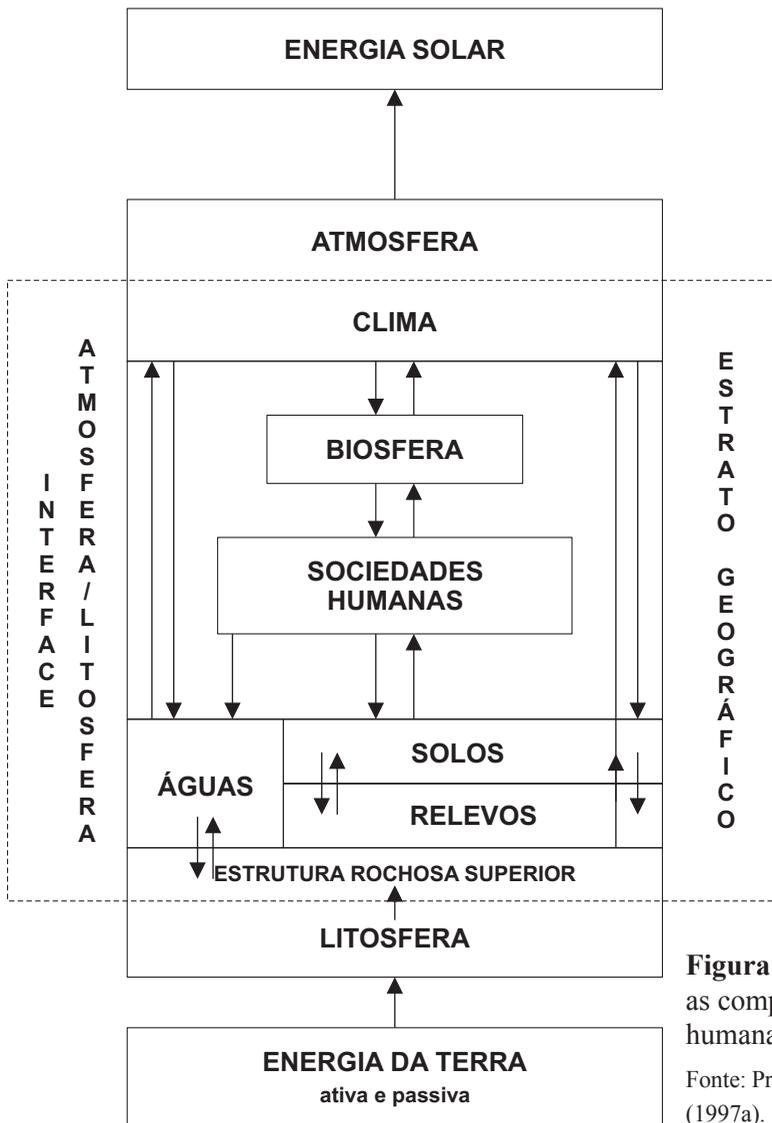


Figura 5. Fluxos de energia e matéria entre as componentes da natureza e da sociedade humana.

Fonte: Programa Nacional de Meio Ambiente (Brasil) (1997a).

Fluxos observados em diferentes níveis hierárquicos conduzem à compreensão do mosaico e de sua condição de unidades homo ou heterogêneas. Porém, a noção de homogeneidade e heterogeneidade na natureza é muito relativa e dependente da percepção de cada indivíduo. Em diversos planejamentos podemos observar que a compreensão do ambiente pelo indivíduo é influenciada pela sua formação, pela sua capacidade de perceber as múltiplas interações e processos existentes, envolvendo diversas escalas de abordagem, tanto espacial quanto temporal. Para Metzger (2001) [...] o reconhecimento da homogeneidade ou heterogeneidade de

um objeto está diretamente ligado à questão da escala: praticamente qualquer porção de terra é homogênea numa escala mais abrangente e heterogênea quando vista numa escala mais detalhada.

Nesse sentido, o que se imagina homogêneo nem sempre é fato. Não se pode esquecer que cada unidade homogênea tem diferentes graus de heterogeneidade interna. No artigo de Pedreira e Santos (2003) são discutidas questões sobre a influência da escala em mapeamentos para planejamento ambiental, considerando o mapeamento tradicional e o mapeamento por paisagem, demonstrando que as diferenças entre homogeneidade e heterogeneidade são menores entre as macropaisagens.

Crítérios para definição de zonas

Vários autores citam o *ecótopo* como a menor unidade territorial (*land unit*) homogênea que pode ser caracterizada, pelo menos, por um dos atributos da terra na geosfera, como a atmosfera, a vegetação, o solo, a rocha, a água, variando muito pouco nos outros atributos. Essa unidade, segundo Zonneveld (1989), é uma área de terra ecologicamente homogênea num determinado nível de escala, que se relaciona na paisagem nos níveis topológicos (verticais) e corológicos (horizontais). As relações topológicas seriam, por exemplo, as trocas via raízes das plantas, transportando minerais e água, enquanto as relações corológicas seriam as influências da água e dos minerais transportados de uma unidade para outra, criando uma zona de transição. Os níveis hierárquicos da paisagem, em ordem decrescente seriam a paisagem principal (*main landscape*) ou macrocoro, que é a combinação de um sistema de terra numa região geográfica; o sistema de terra (*land system*) ou mesocoro, que é uma combinação de fácies da terra (*land facet*) formando uma adequada unidade de mapeamento numa escala de reconhecimento; a fácies da terra (*land facet*) ou microcoro, que é a combinação de ecótopos formando um padrão espacial relacionado fortemente a propriedades de, pelo menos, um atributo da terra; e o ecótopo, já definido inicialmente.

Gallopín (1982) propõe uma metodologia para regionalização de variáveis ambientais, útil ao planejamento ambiental, com algumas semelhanças com a classificação de Zonneveld. Nesse estudo, a região seria qualquer unidade espacial ou área determinada com base na existência de características relativamente comuns entre os pontos que se encontram no interior dos limites estabelecidos para identificá-la; as áreas ambientais naturais homogêneas (AANH) seriam as unidades nas quais existe uma homogeneidade relativa num determinado nível de percepção, considerando as principais variáveis do ambiente natural; e os elementos ambientais unitários (EAU) seriam unidades espaciais com a máxima homogeneidade interna, num determinado nível de percepção. Esses elementos deveriam, se possível, ser homogêneos em todas as suas variáveis relevantes e recombinações de várias maneiras, para formarem as AANHs e regiões. Essas áreas não devem ser muito gerais e nem muito específicas (pequenas e numerosas), pois podem perder a operacionalidade.

Segundo Lopez de Pablo (1993, 2000), para a cartografia ecológica e para o planejamento, é importante identificar que existem zonas dentro do território que são homogêneas, determinadas pelas interações entre seus elementos. Essas zonas são denominadas, por esse autor, de unidades ambientais, possuem extensão, delimitação e composição uniformes, sendo possível reconhecê-las em diferentes escalas espaciais, e estão dispostas segundo uma hierarquia de diferentes extensões e homogeneidade interna.

Para Martin de Agar et. al. (1995), as características ecológicas do território são estabelecidas dentro de uma hierarquia de setores e sub-setores territoriais com área e homogeneidade interna diferentes. As interações entre seus elementos resultam nos seus arranjos espaciais, de forma que seja possível reconhecer estruturas características para delimitar esses setores. A estrutura ecológica do território é considerada como sendo o resultado das coincidências espaciais de numerosas variáveis físicas e biológicas e das conexões (fluxos de energia e matéria) entre esses setores territoriais. Dessa maneira, um setor num determinado nível hierárquico, poderia corresponder a uma unidade de planejamento.

Sánchez e Silva (1995) apresentam uma discussão sobre o zoneamento ambiental como estratégia de ordenamento da paisagem. Nesse sentido, o zoneamento desagrega a paisagem, no sentido espacial, em zonas com algum tipo de especificidade ou com certa homogeneidade interna, estabelecendo uma unidade territorial perceptível, para efeito de análise. Essa unidade constitui-se em uma porção da superfície terrestre onde seus componentes específicos e sua heterogeneidade interna definem inter-relações mais estreitas do que com os componentes das áreas vizinhas. Processos físicos e biológicos específicos estão constantemente ocorrendo nessa unidade espacial.

As unidades geoambientais (definida pelo geossistema e geofácies), exprimem as relações horizontais existentes entre a litologia-estrutura-relevo, relevo-solo-água e as respostas ecológicas refletidas pelos seres vivos. Para Silva (1987), citado por Moreira (1995), o geossistema ou sistema ambiental seria como certos arranjos espaciais, caracterizados pela convergência de semelhança dos seus componentes físicos e bióticos. São compartimentos morfoestruturais onde se identificam combinações dos tipos genéticos de modelados e de solos, originando associações morfopedológicas, as quais se correlacionam às comunidades vegetais. As geofácies seriam as menores unidades de mapeamentos dentro do geossistema, com características semelhantes. Porém, para Christofolletti (1995), o geossistema seria o sistema ambiental físico propriamente dito.

Para Becker e Egler (1997), a análise da homogeneidade em planejamentos deve ser substituída pela complexidade (análise compreensiva da paisagem), em função da interação dinâmica dos meios natural e sócio-econômico. Nesse sentido, a unidade territorial básica (UTB) entendida como uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas ao mesmo tempo, e possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais, é a unidade elementar para o zoneamento. Esse mesmo conceito é utilizado por Medeiros (1999) e Brasil (2001).

No Brasil já foram desenvolvidos vários trabalhos que utilizam o conceito de zoneamento ou identificação de zonas, sob as mais diferentes perspectivas apresentadas. A seguir serão resumidos alguns deles.

Estudos integrados desenvolvidos no Brasil

Em Sudeco (1979), encontra-se um dos estudos integrados pioneiros executados na região Centro Oeste do Brasil. Trata-se do Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai (Edibap), na escala de 1:1.000.000. Esse estudo envolveu uma área de aproximadamente 380.000 km², ocupando parcialmente o antigo Estado de Mato Grosso.

A Área de Proteção Ambiental (APA) Guaraqueçaba no Estado do Paraná, com uma área de 3.460 km², teve seu Macrozoneamento realizado em 1988, cujo relatório pode ser visto em Roderjan e Kuniyoshi (1988). Outro trabalho desenvolvido em APA, porém mais abrangente que o anterior na questão de utilizar mais fatores ambientais, refere-se à caracterização ambiental com fins de zoneamento ambiental elaborado para a APA do Rio São Bartolomeu, disponível em Brasil (1988).

O zoneamento agroecológico do atual Estado de Mato Grosso, com uma superfície de 901.420, km², foi efetuado por Sánchez (1992), utilizando dados espacializados oriundos do projeto Radambrasil, na escala de 1:1.000.000, em seguida reduzido à escala de 1:2.000.000 para fins de impressão. Mato Grosso (2003) elaborou o zoneamento ecológico-econômico desse Estado, na escala de 1:250.000, como uma das etapas do Programa de Desenvolvimento Agropecuário do Estado de Mato Grosso (Prodeagro).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Consórcio de Desenvolvimento Integrado do Vale do Paraíba e Litoral Norte (Codivap) desenvolveram, no início da década de 90, o Macrozoneamento da região do Vale do Paraíba e litoral norte do Estado de São Paulo, mais conhecido como Mavale. Esse estudo foi executado na escala de 1:250.000 e publicado por Kurkdjian et al. (1992).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem elaborado trabalhos na linha de zoneamentos considerando aspectos biogeofísicos e sócio-econômicos. Exemplos podem ser encontrados no Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul, envolvendo uma área de 350.548 km², na escala de 1:250.000 (MATO GROSSO DO SUL, 1989) e publicado na escala de 1:1.500.000 em Mato Grosso do Sul (1990) ou no Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás, região Nordeste, envolvendo uma área de 38.798,7 km², na escala de 1:500.000, publicado por Moreira (1995).

Em atendimento às diretrizes do Programa Gerco, vários resultados sobre a análise integrada do litoral brasileiro podem ser buscados no site do Ministério do Meio Ambiente¹. Para o Estado de São Paulo foram feitos os macrozoneamentos para o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananéia, para o Litoral Norte e para o Vale do Ribeira em (SÃO PAULO, 1990, 1996).

Objetivando o entendimento das relações entre o meio biofísico e sócio-econômico com a saúde da população, foi desenvolvido um estudo de planejamento ambiental para subsidiar a

¹ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

prevenção de doenças infecto-contagiosas e parasitárias no município de Paulínia – SP, cujos detalhes podem ser vistos em Aguiar et al. (1995).

Em Programa Nacional de Meio Ambiente (Brasil) (1997b), observa-se o zoneamento e o planejamento ambiental, incluso no Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, mais conhecido como (PCBAP). Esse trabalho foi realizado na escala de 1:250.000, envolvendo equipe interdisciplinar e multi-institucional, na Bacia do Alto Paraguai, com 361.666 km², envolvendo áreas parciais dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Fontes (1997) trabalhou com o macrozoneamento do município de Ribeirão Preto, SP, analisando a viabilidade ambiental da locação de empreendimentos, com ênfase na instalação do pólo industrial.

Mais recentemente foi concluído o zoneamento ambiental da borda oeste do Pantanal: Maciço do Urucum e adjacências, em áreas parciais dos municípios de Corumbá e Ladário, ambos em Mato Grosso do Sul. Esse estudo foi realizado na escala de 1:100.000, envolvendo uma área de 1.350 km². As informações publicadas encontram-se em Silva (2000).

Ranieri (2000) desenvolveu um zoneamento para otimizar a instalação de aterro sanitário na cidade de Descalvados, SP, levando em consideração as potencialidades e as restrições imposta pelo meio ambiente.

A avaliação de uma pequena área pode ser verificada em Luz (2000), que elaborou o zoneamento ecológico do Parque das Furnas do Bom Jesus, em Pedregulho, SP, delimitando as unidades de zoneamento de acordo com a legislação vigente.

Os resultados sobre o zoneamento agrícola, em andamento no Brasil, podem ser vistos em (BRUNINI, et al., 2001; FARIAS et al., 2001; MALUF et al., 2001; SANS et al., 2001; SILVA; ASSAD, 2001). Considerando aspectos climáticos e de solos, são apresentados zoneamentos de riscos climáticos para alguns tipos de culturas em diferentes regiões do país.

Encontra-se em andamento a elaboração do zoneamento ecológico-econômico (ZEE) do Brasil, previsto inicialmente para os estados da Amazônia legal. Propõe-se executar o ZEE na escala de 1:1.000.000, com a identificação de áreas prioritárias a serem detalhadas na escala de 1:250.000. A metodologia fundamenta-se na proposta consolidada em Brasil (2001).

Verifica-se que apesar de diferenças na abordagem tais como: metodologias, escalas, tipos de fatores ambientais utilizados ou tamanhos de área, os estudos citados nesse item possuem objetivos semelhantes - foram desenvolvidos para subsidiar o planejamento com pressupostos para o desenvolvimento econômico e a conservação de determinadas regiões, visando promover o uso dos recursos naturais da melhor maneira possível. Salienta-se que os estudos de Aguiar (1995), Fontes (1997), Luz (2000) e Ranieri (2000) agregaram análises quantitativas como pesos ou valoração; os estudos voltados para o zoneamento agrícola (BRUNINI, et al., 2001; FARIAS et al., 2001; MALUF et al., 2001; SANS et al., 2001; SILVA; ASSAD, 2001). utilizaram dados climáticos quantitativos e modelos probabilísticos, ambos com uso de SIGs. Os estudos de Kurkdjian et al. (1992) e Silva (2000) utilizaram SIGs em algumas de suas fases, mas a integração das informações dos diferentes temas foi realizada de maneira subjetiva e manual, alguns por sucessivas reuniões técnicas, e os mapas derivados foram construídos

sem o uso de regras em SIGs. Os demais estudos foram realizados sem o uso de SIGs, com a confecção manual dos mapas.

Os modelos de zoneamento e planejamento, na sua grande maioria, são concebidos para serem executados subjetivamente, utilizando, muito pouco, as abordagens estatísticas para análise numérica. Quando muito, usam análises estatísticas univariadas e raramente utilizam análise multivariada, como pode ser verificado nos estudos citados anteriormente.

Capítulo 4

Instrumentos estatísticos e geotecnologia para obtenção de zoneamento

Em dias atuais, os Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIGs) são vistos como instrumentos vitais para condução de zoneamentos, em virtude da sua capacidade de manipular grandes conjuntos de dados. No entanto, é necessário ressaltar que o uso de um SIG pressupõe um trabalho anterior de modelagem da realidade do campo estudado, que deverá ser retratada no projeto do banco de dados. Como citado por Santos (2004), as possibilidades de representar o mundo real como implementações físicas em um SIG devem ser perfeitamente entendidas para que se possam tomar medidas corretas nas operações de entrada, manipulação e análise dos dados.

Na década de 1980, com a popularização e com o menor custo das estações de trabalho, microcomputadores e banco de dados, o uso de SIGs foi difundido com a incorporação de muitas funções de análise espacial, de tal forma que, atualmente, as aplicações de SIGs incorporam novas tecnologias como sistemas especialistas, sistemas de suporte à decisão, técnicas de orientação a objetos, classificação *fuzzy* e redes neurais. Essas combinações tecnológicas têm auxiliado substancialmente em estudos do meio ambiente e na elaboração dos zoneamentos em diversas escalas de análise. Assim, por exemplo, descrições sobre as aplicações de SIGs são encontradas em Coulson et al. (1991), Morain (1999) e Ripple (1994), sendo que estes dois últimos referem-se a dois compêndios sobre o uso de SIGs. Santos et al. (1997) apontam algumas vantagens, desvantagens e dificuldades no uso de SIGs nos estudos dessa natureza. Em Rodriguez-Bachiller (2000a, 2000b), encontra-se uma revisão extensa com exemplos do potencial de SIGs associados a Sistemas Especialistas

e Sistemas de Suporte à Decisão. Desenvolvimentos metodológicos podem ser vistos em Medeiros (1999); Simões-Meirelles (1997) e Simões et al. (1999).

No Brasil, há diversos estudos integrados, com a utilização de SIGs, abrangendo diferentes tamanhos de áreas geográficas e diferentes objetivos. Basicamente, podem ser identificados dois tipos de estudos, aqui denominados uni-objetivo e multi-objetivos. Os estudos uni-objetivo seriam aqueles direcionados para produtos ou temas, tais como zoneamento do café, zoneamento climático ou zoneamento agrícola, ou ainda, àqueles estudos voltados para a análise da viabilidade ambiental de um determinado empreendimento, com o objetivo de otimizar o custo-benefício (econômico, social e ambiental) da sua implantação. Estes últimos se relacionam estreitamente com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e buscam determinar a localização adequada da atividade em questão. Em Aguiar (1995), Brunini et al. (2001), Farias et al. (2001), Fontes (1997), Maluf et al. (2001), Manual... (1999), Ranieri (2000), Sans et al. (2001) e Silva e Assad (2001) podem ser vistos vários exemplos desse tipo de estudo. Os estudos multi-objetivos referem-se àqueles que buscam identificar unidades na paisagem sem a preocupação, a priori, de um empreendimento ou atividade a ser instalada. Porém, em função da vulnerabilidade e da aptidão do meio ambiente, buscam determinar uma série de indicações de uso e a construção de cenários alternativos. Exemplos desses estudos podem ser vistos em Programa Nacional do Meio Ambiente (Brasil) (1997b), Kurkdjian et al. (1992), Luz (2000), Mato Grosso do Sul (1989, 1990), São Paulo (1990, 1996), Scarabelo et al. (2008), Silva et al. (2000) e Zuffo et al. (2005).

Seja qual for a origem desses estudos, todos eles necessitaram estruturar um banco de dados geográficos. Nos capítulos seguintes apresentamos um exemplo de aplicação que importou os dados georreferenciados para o SIG Spring, constituindo-se no banco de dados geográficos da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari. O Spring (CÂMARA et al., 1996b) é um SIG baseado num modelo de dados orientado a objetos e opera um banco de dados geográficos que suporta grande volume de informações, sem limitações de escala, projeção e fusos, integrando, em uma única estrutura, dados vetoriais (mapas), dados matriciais ou “raster” (geralmente provenientes de imagens de satélite ou fotos) e dados tabulares (tabelas). Funciona em ambiente Windows, com Dbase como o Sistema Gerenciador de Banco de Dados, e possui uma interface relativamente amigável com o usuário.

A estruturação do banco de dados

A estrutura de organização dos dados obedece a criação de um *banco de dados*, que corresponde fisicamente a um diretório em que é armazenado todo o esquema conceitual do banco, com as definições de modelo de dados, categoria, classe, projeto e planos de informações (PIs), conforme exemplifica a Figura 6. Os modelos de dados referem-se aos tipos de dados que podem ser armazenados, ou seja, temático, numérico, imagem, objeto, rede, cadastral e não-espacial (tabelas). A categoria refere-se ao dado proveniente de uma determinada fonte

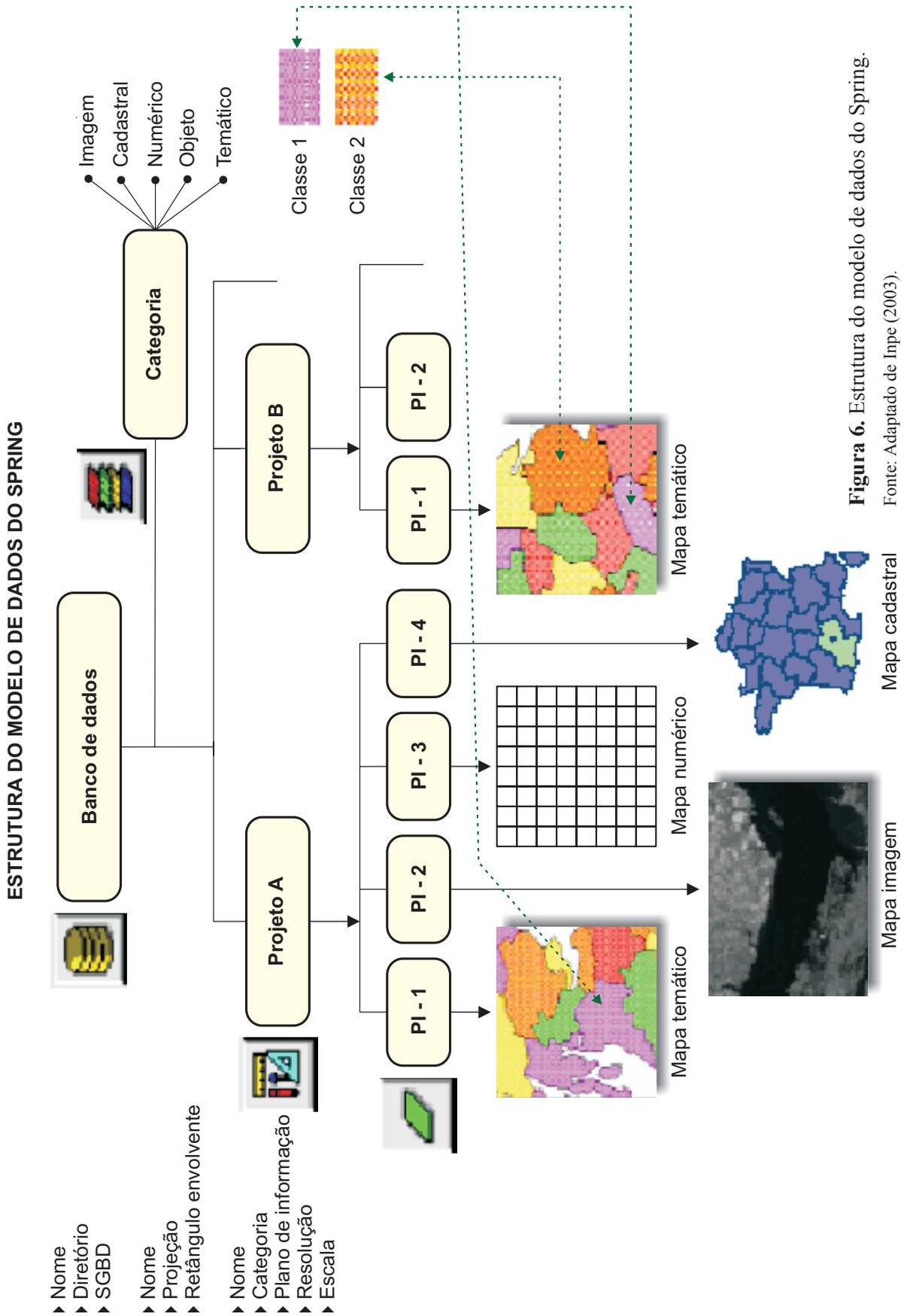


Figura 6. Estrutura do modelo de dados do Spring.
 Fonte: Adaptado de Inpe (2003).

(fitofisionomia, imagem satélite, temperatura, etc) e deve sempre pertencer a um modelo de dado. A classe é uma especialização da categoria, como tipos de uso da terra (urbano, agrícola, etc). O projeto é a declaração física da localização da área para a qual serão armazenadas as informações, utilizando para isso um sistema de coordenadas e uma projeção geográfica. Os projetos são sempre armazenados em sub-diretórios com seus arquivos de dados, tais como pontos, linhas, imagens orbitais e aéreas, imagens temáticas, textos, grades e objetos, que compõem o *plano de informação*.

Um banco de dados ambientais só apresenta efetividade quando bem delineado, com informações sobre as variáveis em escalas adequadas e rearranjadas em fluxogramas, mapas e matrizes integrados. Essas tarefas de integração, comumente, exigem uma análise estatística.

A análise numérica contribui bastante para analisar a complexidade dos dados ambientais, visto que normalmente as variáveis estão altamente inter-relacionadas, excedendo a capacidade dos métodos estatísticos elementares. De maneira geral, um determinado conjunto de condições ambientais origina diferentes resultados (*outcomes*), devido ao grande número de variáveis ambientais que as influenciam, das quais muitas não são perceptíveis ao observador, conforme defendem Legendre e Legendre (1998). Nas relações existentes entre as condições que cercam as observações ecológicas e seus resultados é que se encontra fundamentada a análise numérica. Segundo esses autores, há métodos numéricos para analisar os quatro tipos de relações existentes entre os dados ambientais: a) Modelos determinísticos - para relações determinísticas, em que é possível somente um resultado; b) métodos de análise multivariada (ou multidimensional) - para relações aleatórias, em que há possibilidade de vários resultados; c) Teoria dos Jogos (*Game theory*) - para as relações estratégicas, cujos resultados dependem da respectiva estratégia dos organismos e seus ambientes; e d) Teoria do Caos (*Chaos theory*) - para relações de incertezas, em que há muitas possibilidades e resultados imprevisíveis. Contudo, a análise multivariada é o método mais empregado nas questões ambientais, permitindo análise simultânea de dados multidimensionais (composto por várias variáveis), estrutura conhecida na geometria como hiperespaço (espaço com muitas dimensões). Na Figura 7 verifica-se uma série de abordagens numéricas que contribuem para o estudo de dados ambientais complexos.

Deve-se considerar que o tratamento estatístico aplicado a uma base de dados de uma área, e a geração ou adaptação de modelos matemáticos e estatísticos não significam as únicas formas de análise e, menos ainda, não garantem que os elementos necessários de convicção e inferência, obtidos desses modelos, sejam os mais eficientes e robustos. A análise numérica não constitui o objetivo do zoneamento em si mesmo, mas uma ferramenta aplicada às informações quantitativas e que deveria abranger cada temática ou fase do estudo, como já descrevia Cadavid García (1991).

No caso de estudo integrado voltado ao zoneamento ambiental, é possível definir, a priori, regras de cruzamento entre os fatores ambientais ou atributos, a fim de delimitar as zonas homogêneas dentro da paisagem, como classes de potencial erosivo ou classes de aptidão agrícola das terras, que podem ser delimitadas utilizando SIGs. Essas regras já são usuais na maioria dos SIGs e visam eliminar parte da subjetividade, tornando o processo mais rápido e eficiente. Várias regras podem ser testadas quando informações são adicionadas ou retira-

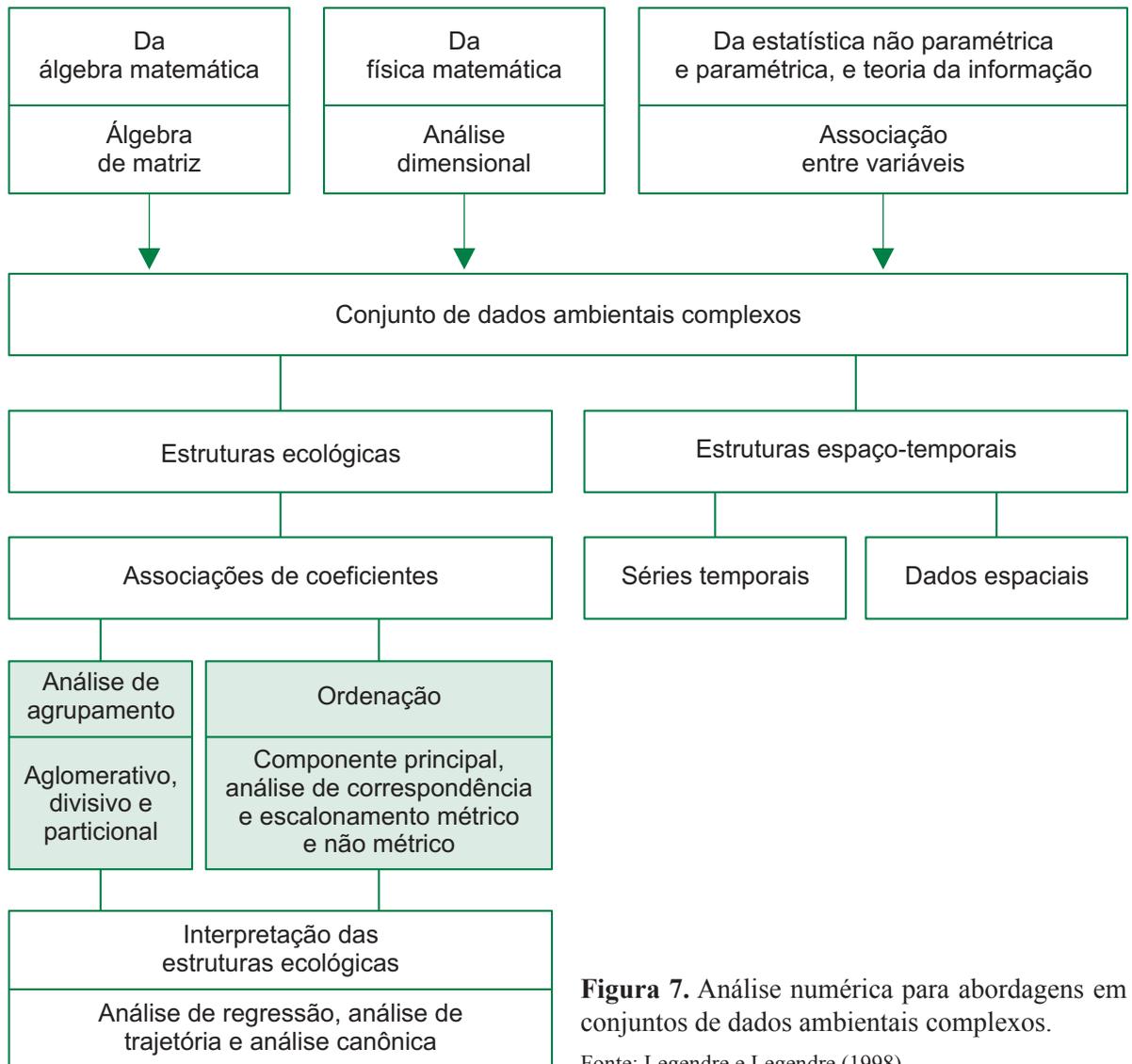


Figura 7. Análise numérica para abordagens em conjuntos de dados ambientais complexos.

Fonte: Legendre e Legendre (1998).

das. Considerando, a título de exemplificação, o tema “potencial de erosão” pode-se definir a seguinte regra de cruzamento de *layers*, utilizando o princípio da álgebra booleana:

$$CA_x = (CS_a \cup CS_b) \cap DEC_y \cap P_z$$

em que CA_x é uma classe de potencial de erosão x ; CS_a e CS_b são classes de solo a e b ; DEC_y é uma classe de declividade y e P_z é a precipitação anual z em mm. Dessa maneira, em que ocorrerem os solos a ou b com uma quantidade anual z de chuva na classe de declividade y , a área tem potencial de erosão x .

Há outras maneiras de se determinar e delimitar zonas homogêneas dentro da paisagem, como por exemplo, a análise multivariada, que trata da descrição integrada do ambiente mediante a detecção multivariada de suas relações espaciais mais relevantes. Conforme Lopez de Pablo e Diaz Pineda (1985), esse tipo de análise busca uma visão global ou de conjunto, sem respeitar

temas ou aspectos físicos individualizados e sem fazer suposições, a priori, sobre os parâmetros que vão desempenhar um papel importante na diferenciação de setores espaciais nas diferentes escalas, detectando-se tendências de variação e grupos de variáveis espacialmente relacionadas. Avaliando uma área na província de Madri e utilizando parâmetros aplicados à teoria da informação e à análise de agrupamento (LOPEZ DE PABLO et al., 1987) determinaram que as variáveis relacionadas ao clima, à vegetação e ao uso da terra possuíam maior poder de explicação na formação dos grupos, considerando uma determinada escala e o nível de similaridade obtido em dendrogramas de classificação.

O estudo de Lopez de Pablo e Diaz Pineda (1985), utilizando análise multivariada (análise de agrupamento e análise de correspondência), foi um passo importante para a utilização desse tipo de análise ao concluir que: a) uma grade regular de dados ambientais é útil para delimitar unidades territoriais homogêneas mapeáveis; b) o método permite analisar estatisticamente uma grande quantidade de variáveis; e c) a automatização da análise cria a possibilidade de efetuar, rapidamente, aproximações para a descrição integrada do território. Os mapas obtidos apresentaram, dentre outras, as seguintes vantagens: a) as unidades territoriais estão caracterizadas por variáveis indicadoras obtidas por uma função discriminante; b) as unidades espaciais podem desagregar-se ou agregar-se, segundo os níveis de similaridade obtidos nos dendrogramas; c) reduz-se a dimensionalidade na descrição temática do território, em função de que há variáveis ou estados de variáveis que são as mais explicativas das interações ocorridas; e d) a análise de diferentes variáveis temáticas se faz de forma integrada, podendo conhecer sua interdependência espacial em relação às unidades territoriais obtidas.

Técnicas multivariadas em análises espaciais já foram bastante utilizadas por pesquisadores de várias origens. As análises de agrupamento e de correspondência relacionadas à teoria da informação foram utilizadas por Calvo et al. (1992) na identificação e delimitação de unidades ambientais homogêneas em uma bacia hidrográfica na Espanha. A análise multivariada permitiu determinar objetivamente as principais tendências na variação ambiental dentro da área de estudo, e como essas variações podem ser vistas do ponto de vista geográfico e ecológico. Bojórquez-Tapia et al. (1994) utilizaram a abordagem multivariada (análise de agrupamento e análise de componentes principais) para classificação do uso da terra, com a finalidade de reduzir conflitos ambientais em uma certa região do México. Do ponto de vista da análise numérica, concluíram que os métodos de classificação e ordenação utilizados forneceram uma excelente estrutura para a integração de dados físicos, biológicos e sócio-econômicos. No estudo de Martin de Agar et al. (1995), a análise multivariada (análise de correspondência e análise de tendência de superfície) apresentou bons resultados na integração das relações espaciais entre os elementos de um sistema geográfico, possibilitando entender sua estrutura e espacializar os resultados; reconheceu globalmente a inter-relação entre os elementos bióticos e abióticos, bem como a importância de cada variável ambiental ou elemento territorial relacionada ao processo. Pressupõe-se que essa estrutura é o resultado das coincidências ou redundâncias espaciais das variáveis biofísicas e das interações entre esses elementos. Caso dois pontos (pixels no terreno) contenham os mesmos atributos ambientais, pode ser aceito que eles possuam o mesmo sistema de interações ecológicas. A autora ressalta, ainda, que esse tipo de cartografia parece ser bastante útil em estudos ecológicos aplicados ao planejamento de paisagem.

Conforme Legendre e Legendre (1998), a identificação das estruturas ecológicas nos dados multidimensionais está baseada na associação de matrizes, em que há muitas variantes, cada qual conduzindo para diferentes resultados (amplos ou restritos) e que até mesmo nos métodos denominados associações-livres, como componente principal, análise de correspondência ou agrupamento tipo k-médias, sempre há uma medida de semelhança implícita no método. Afirmam também, que há dois caminhos abertos para pesquisas ambientais - a análise de agrupamento (aglomerativo, divisivo ou particional) e a ordenação (componente principal ou análise de coordenada, escalonamento multidimensional não-métrico ou análise de correspondência), em que o primeiro permite formar grupos semelhantes com os dados multidimensionais e o segundo permite uma ordenação no espaço com a redução do número de dimensões.

A principal vantagem de se utilizar análise multivariada diz respeito às sucessivas aproximações que podem ser feitas sobre o território e as inter-relações espaciais entre elementos que podem ser obtidas em cada caso. Sem o uso dessas técnicas, a possibilidade de se incluir ou excluir novas variáveis é muito trabalhoso. Sob tal consideração, este livro aborda, nos próximos capítulos, a descrição integrada do território em diferentes escalas espaciais, objetivando otimizar a análise da informação e sua expressão cartográfica. Salientamos que, para o uso de tal abordagem, o primeiro passo é verificar se existe uma área delimitada fisicamente com uma base temática de dados consistentes, um SIG e um software estatístico, adequados e compatíveis entre si. O segundo passo é a definição acertada dos métodos estatísticos que conduzam às análises necessárias.

Neste livro destacaremos somente as técnicas de análise multivariada do tipo análise de agrupamento (cluster analysis) e análise de correspondência (correspondence analysis), e ainda regras de álgebra booleana em SIGs. A partir delas, é apresentada uma metodologia que permite integrar informações ambientais baseadas em critérios estatísticos. Dois instrumentos de apoio serão basicamente apontados: os softwares Spring - Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas (CÂMARA, et al., 1996b) e SAS - Statistical Analysis System (SAS Institute, 1999), que permitem correlações. O Spring é um software acessado gratuitamente pela internet¹.

Álgebra booleana

A álgebra booleana é utilizada em análise espacial qualitativa e permite gerar um mapa (plano de informação -PI- ou layer) a partir de um ou vários mapas, considerando um conjunto de condições dadas. Vários tipos de operadores estão envolvidos, tais como os operadores de comparação ou, ainda, os operadores lógicos de negação, complemento, união e intersecção. Quando as regras necessárias para uma determinada operação não estiverem implementadas, estas podem ser escritas utilizando a Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (Legal), disponível no Spring. Detalhes sobre a utilização dessa ferramenta encontram-se no manual desse software².

¹ Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>.

Técnicas multivariadas

As técnicas multivariadas permitem transformar os mapas temáticos em matrizes binárias, de forma que possam ser lidas e analisadas no software SAS ou outros. Informações mais detalhadas sobre análise de agrupamento podem ser encontradas nos livros textos de Anderberg (1973), Everitt (1981), Gordon (1981) e Johnston (1989) sobre análise de correspondência em Benzécri (1992) e Greenacre (1984), e sobre ambas as técnicas nos livros textos de Alzina (1989), Legendre e Legendre (1998), Pereira (2001) e Santos e Luque (1996). Procedimentos de análise, em ambas as técnicas, utilizando software estatístico podem ser vistos em SAS Institute (1999).

Análise de agrupamento

Um tipo de análise multivariada é a análise de agrupamento, também conhecida como análise de segmentação ou análise de taxonomia. Na verdade, ela é um conjunto de técnicas voltadas para realizar tarefas de dividir um conjunto de dados (n observações com k variáveis) em subconjuntos relativamente homogêneos, baseando-se na distância ou similaridade entre os dados. Assim, um conjunto de dados, com n observações e com k variáveis, pode ser representado em forma de matriz:

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{pmatrix} \quad \text{onde } x_{ij}: \text{ observação } j\text{-ésima da variável } i, \text{ sendo que } x_i \text{ é uma linha de observação } (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}) \text{ e } x_j \text{ é outra linha de observação } (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{kj}).$$

A análise de agrupamento objetiva encontrar m grupos quaisquer (onde $m \leq n$), de maneira que cada observação tenha a menor diferença possível das demais que pertençam ao mesmo grupo e a maior diferença possível das demais observações que pertençam a outros grupos, de acordo com um certo critério, que pode ser a distância ou a similaridade entre observações ou distância ou similaridade entre grupos. Porém, quando esse conceito é aplicado para dados ambientais, deve ser considerado que existem diversos tipos de variáveis, cujo conceito de distância é distinto.

² Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>.

Distância entre observações com variáveis métricas

No caso dos mapas temáticos, costuma-se considerar cada classe como uma variável qualitativa (categórica). Dessa forma, tem-se, então, as variáveis nominais ou qualitativas (usam-se códigos), também chamadas de binomiais ou binárias, quando se refere à presença (1) ou ausência (0) de determinada característica, em que a diferença ou a ordem dos números não tem nenhum significado.

As distâncias com variáveis métricas (quantitativas) estão baseadas nas diferenças entre os valores que cada observação toma das distintas variáveis. Porém, não têm sentido para variáveis nominais (qualitativas) ou ordinais (semi-quantitativas). Para essas variáveis, o importante é a coincidência ou a discordância entre os estados delas. Porém, o que se precisa é rearranjar esses dados qualitativos de uma maneira tal que seja possível encontrar uma distância métrica entre eles.

Na definição das distâncias a partir das coincidências ou discordâncias, supõe-se que a matriz X esteja formada exclusivamente por variáveis binárias, ou seja, 0 e 1 como valores. Tomem-se duas linhas de observações dessa matriz, em que cada coordenada só pode ter valor 0 ou 1.

$$x_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}) \text{ e } x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{kj})$$

Levando em consideração o número de variáveis com coincidências e discordâncias entre elas, podem-se definir índices, conforme mostrado na matriz de observações i e j , a seguir:

	Observação i	
	1	0
Observação j	a	c
	b	d

A partir desses índices, podem ser construídos vários coeficientes de similaridade. As medidas de semelhanças ou coeficientes de similaridades (S) são grandezas numéricas que quantificam o grau de associação entre um par de objetos ou de descritores. Esses coeficientes foram desenvolvidos, inicialmente, para medidas binárias (presença-ausência), em que geralmente o 1 significa presença e o 0 significa ausência. Os valores desses coeficientes geralmente variam, também, entre 0 e 1, cujo zero indica similaridade mínima e 1 a similaridade máxima. Isto é, quanto mais próximas forem as amostras e menor a distância (d) entre os pontos representativos, maior será a similaridade entre elas. Pode-se escrever, ainda, que $S = 1 - d$. Logo, definindo-se a distância (d), implicitamente, definir-se-á o coeficiente de similaridade e vice-versa.

Um dos coeficientes de similaridade amplamente utilizado em dados qualitativos ambientais é o coeficiente de Jaccard, pois a estrutura do meio é dada pelas coincidências das informações temáticas numa mesma zona. Ele pode ser obtido pela expressão $S_{jac} = a/(a+b+c)$, proporção das concordâncias positivas, excluindo as concordâncias negativas (ambas com valor 0). Esse coeficiente é métrico e varia entre 0 e 1, e a função $d = 1 - S_{jac}$ é uma distância, obtida pela

distância euclidiana clássica. Porém, é preciso ressaltar que esse coeficiente possui uma carga razoável de subjetividade.

Por outro lado, uma distância que não possui o viés da subjetividade e que parece bastante robusta para ser aplicada a dados qualitativos ambientais é a distância qui-quadrado (χ^2), que é uma distância euclidiana ponderada, utilizada pela análise de correspondência. Ela representa a distância entre o i -ésimo perfil linha e o perfil linha médio (centróide), ponderada pela frequência relativa da coluna.

Diante dessas considerações, nossa proposta é utilizar a distância euclidiana ponderada dada pela análise de correspondência, utilizando o método das variâncias mínimas de WARD. Por essa estratégia, o coeficiente de correlação múltipla quadrada (R^2) indica a similaridade entre os grupos e explica a variabilidade da área estudada.

Distância entre observações com variáveis nominais, distintas das binomiais

Para variáveis que podem admitir mais de dois estados, não necessariamente os mesmos de cada variável, as observações tenderiam à forma de um vetor:

$$x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$$

onde: $1 \leq x_{il} \leq x_{jl}$ ($l = 1, \dots, k$), sendo jl o número de estados (ou classes) da variável l . Para o estudo com mapas temáticos, o jl seria, por exemplo, o número de classes temáticas de um tema l .

A maneira mais tradicional para calcular a distância com essas variáveis é convertê-las em binárias, ou seja, determinar uma variável para cada um dos jl da variável l , e definir para elas a distância adotada anteriormente, ou seja, converter cada vetor x_i de dimensão k , em um vetor binário x_i^* , de dimensão Σjl , como exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2. Exemplo de conversão binária e medida da distância para três variáveis nominais: geologia, geomorfologia e uso da terra.

Variável 1	j1 (estados ou classes)	x_{1i} (classe encontrada num pixel amostral)
1. Geologia	g1 g2 g3	$g2 = (x_{12})$
2. Geomorfologia	gm1 gm2 gm3 gm4	$gm3 = (x_{23})$
3. Uso da terra	u1 u2 u3	$u1 = (x_{31})$
$\Sigma j1$	10	

Tem-se, então: $x = (g2 \ gm3 \ u1)$, onde $j1=3$, $j2=4$ e $j3=3$. Portanto, convertendo o vetor x a um vetor x^* de dimensão 10 ($\Sigma j1$), tem-se:

	Geologia			Geomorfologia				Uso		
$x^* =$	g1	g2	g3	gm1	Gm2	gm3	gm4	u1	u2	u3
	(0	1	0	0	0	1	0	1	0	0)
	j1			j2				j3		

Distância entre agrupamentos

O cálculo da distância depende do método de agrupamento escolhido. Há vários métodos propostos, que dependem de critérios baseados no menor grau de distorção e na sua capacidade de evidenciar melhor a estrutura dos dados, isto é, a existência de grupos. No caso da análise dos dados multidimensionais referentes às componentes e aos fatores ambientais encontrados na natureza, o método hierárquico ascendente ou aglomerativo parece ser o mais indicado. Esse método parte do conjunto de todos os elementos separados e, a cada etapa, reúne os dois subconjuntos “mais próximos” para construir um novo subconjunto, até a obtenção do conjunto total dos indivíduos.

Entre os métodos hierárquicos, aconselhamos usar o método da variância mínima de WARD, no qual se pressupõe que um grupo será reunido a outro se essa reunião proporcionar o menor aumento possível de variância intragrupo. Essa variância será calculada para todas as alternativas de aglomerações, escolhendo a que proporciona a menor variância. O mesmo procedimento é aplicado a todos os passos da análise. Esse método é altamente eficiente na formação de grupos, pois se fundamenta na noção de variância intragrupo e variância intergrupo.

Ao iniciar o processamento, cada pixel forma um subconjunto. A variância interna dos subconjuntos formados é nula ($\sigma_{intra}^2 = 0$) e a variância entre os subconjuntos formados é igual a variância total ($\sigma_{inter}^2 = \sigma_x^2$).

Ao final do processamento, só existe um conjunto que contém todos os pixels. A variância interna dos subconjuntos formados é igual à variância total ($\sigma_{intra}^2 = \sigma_x^2$) e a variância entre os subconjuntos formados é nula ($\sigma_{inter}^2 = 0$).

Em cada etapa, os indivíduos são reagrupados, minimizando a perda da variância entre os subconjuntos formados (σ_{inter}^2), ou, de maneira equivalente, maximizando o ganho da variância interna dos subconjuntos formados (σ_{intra}^2).

Nesse método pode ser construída a árvore de classificação ou dendrograma, que mostra a hierarquia dos grupos formados. É possível construir diferentes subconjuntos, limitando a árvore de classificação em função do coeficiente de correlação múltipla quadrada (R^2). Por exemplo, limitando a árvore de classificação com $R^2=0,88$, diz-se que a proporção da variância explicada pelos agrupamentos é 88%. As análises podem ser efetuadas usando o módulo PROC CLUSTER no SAS. O ponto de corte dos agrupamentos está associado às distâncias que separam os diferentes grupos, por meio do coeficiente de correlação múltipla quadrada. Entretanto, a decisão final na definição do número de grupos a ser formado ainda é muito dependente da experiência da equipe envolvida com a pesquisa, principalmente do conhecimento que esta detém sobre o ambiente em estudo.

Análise de correspondência múltipla

A análise de correspondência estuda as relações de associação entre as variáveis discretas, apresentadas na forma de tabelas de contingência. Além de analisar essas relações existentes entre as variáveis, permite avaliar como está estruturada essa associação, descrevendo proximidades que permitem identificar “variáveis causas da associação”. É uma redução de dimensão para tabelas de contingência, cujas variáveis similares aparecem mais próximas entre si que as variáveis diferentes. Possibilita criar uma figura representando as linhas da tabela por pontos no espaço, de modo que a Distância Euclidiana seja igual à distância quiquadrado calculada entre as linhas da tabela. Nesse tipo de análise aparece o conceito de inércia, que é análogo ao conceito de variância.

Tal tipo de análise é uma técnica originária da escola francesa, que vem ganhando divulgação a partir da década de 1960. Permite a análise exploratória de dados qualitativos categorizados, como por exemplo, classes de mapas temáticos dispostas numa tabela de contingência, de uma forma que as relações entre as linhas, entre as colunas e entre linhas e colunas possam ser interpretadas (CARVALHO et al. 2002).

A análise de correspondência múltipla utilizada nessa pesquisa é uma generalização da análise de correspondência simples para mais de duas variáveis qualitativas (ou categóricas), ou seja, tem por princípio a mesma base teórica.

Os dados podem ser estruturados para análise da seguinte forma: tem-se um conjunto \mathbf{I} (de cardinal igual a \mathbf{N}) de pixels com as observações (variáveis) de \mathbf{Q} caracteres qualitativos ($\mathbf{C}_1, \dots, \mathbf{C}_Q$). Supõe-se que para cada pixel $\mathbf{i} \in \mathbf{I}$, tem-se as respostas dadas por esse pixel a um conjunto de \mathbf{Q} questões q_1, \dots, q_Q . Cada pergunta \mathbf{Q} possui \mathbf{J}_q modalidades mutuamente exclusivas e, para cada pergunta, o pixel \mathbf{i} escolheu uma e uma só das modalidades possíveis (pressupondo perguntas postas sob forma disjuntiva completa). Para cada pergunta eliminam-se as modalidades que não foram escolhidas por nenhum pixel. Considerando-se a pergunta \mathbf{q} , pode-se apresentar o conjunto das respostas dadas pelos pixels $\mathbf{i} \in \mathbf{I}$ a essa pergunta de duas formas: 1) por um vetor coluna de \mathbf{N} linhas, onde o elemento r_i^q da $i^{\text{ésima}}$ linha é um inteiro pertencente a $\{1, \dots, \mathbf{J}_q\}$ correspondente à modalidade escolhida; e 2) por uma matriz \mathbf{Z}_q de \mathbf{N} linhas e \mathbf{J}_q colunas cujo elemento da $i^{\text{ésima}}$ linha ($\mathbf{i} \in \mathbf{I}$) e da $j^{\text{ésima}}$ coluna ($\mathbf{j} \in \{1, \dots, \mathbf{J}_q\}$) é igual a 1 se \mathbf{i} escolheu a modalidade \mathbf{j} da questão \mathbf{q} , e igual a 0 se não. Se aplicarmos essa estrutura para o exemplo anterior explicitado para análise de agrupamento (Tabela 2) ainda teremos três variáveis nominais (Geologia, Geomorfologia e Uso da Terra) e 10 modalidades (classes temáticas). Suponhamos que amostras dessas variáveis foram obtidas em cinco pixels no terreno. Tem-se, então, um conjunto \mathbf{I} com cinco pixels ($\mathbf{N}=5$) para as quais são postas três perguntas ($\mathbf{Q}=3$), uma para cada uma das \mathbf{Q} variáveis. 1) Qual a classe geológica (g_1, g_2, g_3)? 2) Qual a classe geomorfológica (gm_1, gm_2, gm_3, gm_4)? e 3) Qual a classe de uso (u_1, u_2, u_3)? Supondo que as respostas fossem as seguintes: *pixel 1* (g_2, gm_3, u_1); *pixel 2* (g_1, gm_1, u_2), *pixel 3* (g_1, gm_2, u_3), *pixel 4* (g_3, gm_4, u_2) e *pixel 5* (g_3, gm_3, u_2). Considerando-se apenas a pergunta 1 ($\mathbf{q}=1$), as respostas em forma de vetor coluna e matriz \mathbf{Z}_q devem aparecer estruturadas conforme a matriz desenhada na Tabela 3.

Tabela 3. Matriz das classes geológicas encontradas nos cinco pixels amostrais.

Pixels	Classes	g_1 g_2 g_3
$\begin{pmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} g2 \\ g1 \\ g1 \\ g3 \\ g3 \end{pmatrix}$, ou $\mathbf{Z}_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Dessa forma, ao conjunto \mathbf{I} pode-se associar às \mathbf{Q} perguntas, resultando em: (a) uma matriz \mathbf{R} de \mathbf{N} linhas e \mathbf{Q} colunas, cujo elemento da linha \mathbf{i} e da coluna \mathbf{q} é igual a r_i^q ; e (b) uma matriz $\mathbf{Z} = [\mathbf{Z}_1 | \mathbf{Z}_2 | \dots | \mathbf{Z}_Q]$ justapondo as várias matrizes \mathbf{Z}_q anteriormente definidas. A matriz \mathbf{Z} de \mathbf{N} linhas e $\mathbf{J} = \sum \mathbf{J}_q$ (com $\mathbf{q} \in \mathbf{Q}$) colunas fornece as respostas dos \mathbf{N} pixels por meio de uma codificação binária; a matriz \mathbf{R} dá uma codificação condensada de tais respostas. Essas matrizes estão apresentadas na Tabela 4.

A matriz \mathbf{Z} é associada à tabela de Burt, gerando a matriz $\mathbf{B} = \mathbf{Z}^T \mathbf{Z}$ (Tabela 5), associada a \mathbf{Z} . Essa é uma tabela simétrica formada por todos os pares de tabulações cruzadas entre as \mathbf{Q}

Tabela 4. Formas de representação matricial das respostas obtidas para o conjunto **I**, com as respostas codificadas (matriz **R**) e respostas em valores binários (matriz **Z**).

Pixels	Classes obtidas	Geologia			Geomorfologia				Uso			
		g1	g2	g3	gm1	gm2	gm3	gm4	u1	u2	u3	
$\begin{pmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \end{pmatrix}$	$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} g2 & gm3 & u1 \\ g1 & gm1 & u2 \\ g1 & gm2 & u3 \\ g3 & gm4 & u3 \\ g3 & gm3 & u2 \end{pmatrix}$	$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	\mathbf{Z}_1			\mathbf{Z}_2				\mathbf{Z}_3		
			$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$			$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$				$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$		

Tabela 5. Tabela de Burt associada à matriz **Z**, formada pelos pares de tabulações cruzadas entre as **Q** variáveis (geologia, geomorfologia e uso), em frequência absoluta.

Classes	g1	g2	g3	gm1	gm2	gm3	gm4	u1	u2	u3
$\begin{pmatrix} g1 \\ g2 \\ g3 \\ Gm1 \\ Gm2 \\ Gm3 \\ Gm4 \\ u1 \\ u2 \\ u3 \end{pmatrix}$	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$									

variáveis (geologia, geomorfologia e uso), sendo formado então por Q^2 submatrizes, que no nosso exemplo são nove, com a soma de cada uma delas sempre sendo **5**, pois $N=5$.

A submatriz quadrada, $(\mathbf{J}_q, \mathbf{J}_q)$, $\Delta_q = \mathbf{Z}_q^T \mathbf{Z}_q$, é diagonal, excluindo-se mutuamente as classes de uma mesma pergunta **q**, e sobre a sua diagonal encontra-se sucessivamente o número de pixels que contém a classe **1, ..., a classe \mathbf{J}_q** .

A submatriz, $(\mathbf{J}_q, \mathbf{J}_q)$, $\mathbf{Z}_q^T \mathbf{Z}_q$, é tal que o elemento da $j^{\text{ésima}}$ linha ($j \in \mathbf{J}_q$) e da $k^{\text{ésima}}$ coluna ($k \in \mathbf{J}_q$) representa o número de pixels que contém simultaneamente a $j^{\text{ésima}}$ classe para a pergunta **q'** e a $k^{\text{ésima}}$ classe para a pergunta **q**.

Observa-se que a Tabela de Burt é uma tabela de contingência para análise de correspondência múltipla que coloca em evidência a relação de cada variável, ou suas classes, com as demais. Ela é composta de todos os pares da tabulação cruzada entre as variáveis, ou seja, nas interseções são colocadas as frequências observadas simultaneamente em ambas as variáveis. Essa tabela é uma matriz simétrica, interessando somente o triângulo inferior, sendo que os valores da diagonal principal correspondem às frequências observadas para cada classe. No

triângulo inferior encontra-se a tabulação cruzada de cada variável com todas as outras variáveis e no triângulo superior encontra-se a sua contraparte transposta.

Partindo das respostas dadas às perguntas feitas por esse conjunto **I** de pixels amostrais, a descrição das associações entre as classes pode efetuar-se por meio de uma análise de correspondências efetuada na tabela de Burt ($\mathbf{B}=\mathbf{Z}^T\mathbf{Z}$). Na análise, procura-se estabelecer relações de atração entre as variáveis ou classes, permitindo uma representação simplificada das múltiplas relações simultâneas existentes entre elas. O módulo PROC CORRESP do software SAS pode criar ou ler uma tabela de incidência para efetuar as estatísticas da análise, tais como valores próprios, inércia, quiquadrado e percentagem de contribuição de cada fator decomposto. Além disso, é criado um gráfico que permite reduzir o conjunto de informações utilizadas em um espaço n-Euclidiano para uma representação, em um plano formado por dois fatores. Esse plano é dividido em quatro quadrantes, cuja interpretação de associação pode ser baseada nos pontos (variáveis ou classes) distribuídos aproximadamente na mesma região do espaço, porém a distância entre os pontos não tem uma interpretação direta nessa análise.

Capítulo 5

O desenho da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari

Características gerais e localização

A Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari (BAT) está localizada entre as coordenadas 17° 10' S a 19° 45' S e 53° 10' W a 55° 10' W, adjacente ao Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul e pequena parte no Estado de Mato Grosso, com uma área total de 28.046 km² (Figura 8). Apresenta clima do tipo Aw, com chuva anual média entre 1.400 a 1.600 mm, concentrando-se, mais de 70%, nos meses de outubro a março. Geologicamente, é constituída pelas Formações: Bauru, Botucatu, Serra Geral, Ponta Grossa, Furnas e o Grupo Cuiabá. O relevo é composto por planaltos, planaltos residuais, sempre circundados por escarpas, às vezes configurando frentes de cuesta dissimuladas pelas atividades erosivas, e depressões. A superfície varia de suavemente dissecada a bastante dissecada, com altimetria entre 300 e 800 metros. O solo é predominado por Latossolos, Areias Quartzozas, Podzólicos e Litólicos, coberto pela vegetação natural de Savana (Florestada e Arborizada), Floresta Estacional Semidecidual, ecótonos de Savana/Floresta e pela vegetação exótica (pastagem, soja, milho etc). A bacia foi delimitada utilizando-se as informações extraídas das cartas topográficas na escala de 1:250.000 e imagens digitais do satélite Landsat 5, sensor TM, principalmente curvas de nível e rede de drenagem. Tanto as cartas, quanto as imagens foram mosaicadas e recortadas em ambiente SIG Spring.

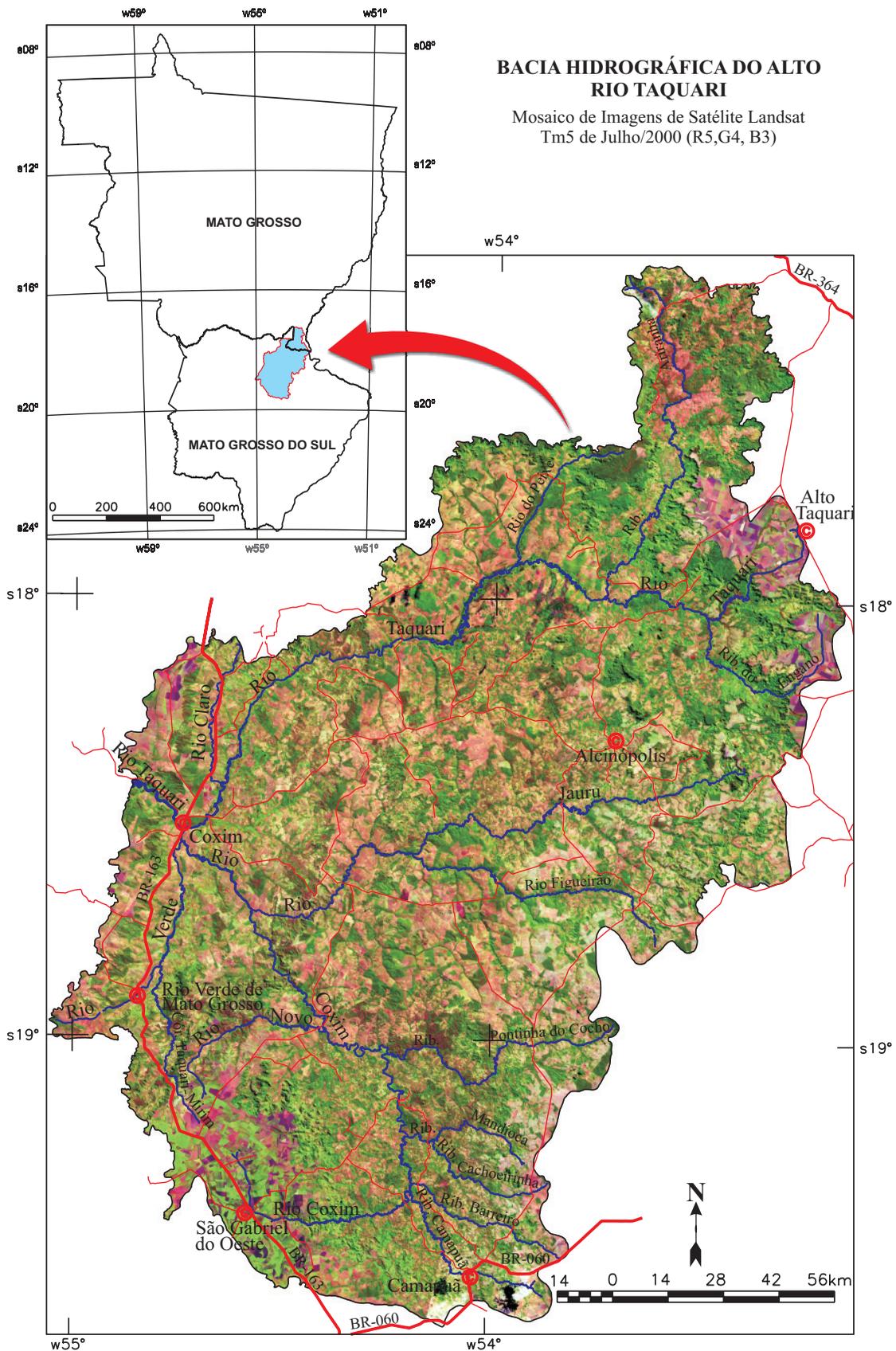


Figura 8. Localização da bacia hidrográfica do alto curso do Rio Taquari.

Cartografia da bacia

Foi adotada a escala de trabalho de 1:250.000 para a elaboração dos mapas deste livro. A bacia abrange parte de seis cartas topográficas na escala de 1:250.000 e de quatro imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (Tabela 6). Utilizando o material bibliográfico disponível, tanto as cartas topográficas, quanto as temáticas foram auditadas, efetuando as respectivas correções e articulações das bordas. Após a conclusão da auditoria, as seis cartas respectivas foram inseridas em um único plano de informação (PI), gerando um mosaico contendo a área total da bacia. A geração de um único PI facilitou os recortes de áreas e ajustes que se fizeram necessários.

Tabela 6. Cartas topográficas na escala de 1:250.000 e imagens digitais de satélite bacia.

Nome da carta	Código internacional	MIR
Itiquira	SE.21-XD	419
Mineiros	SE.22-VC	420
Coxim	SE.21-ZB	432
Parque Nacional das Emas	SE.22-YA	433
Camapuã	SE.21-ZD	445
Paraíso	SE-22-YC	446
Órbita/Ponto da imagem TM	Data de aquisição	Bandas
224/72	30/07/2000	3, 4, 5
224/73	30/07/2000	3, 4, 5
225/72	05/07/2000	3, 4, 5
225/73	05/07/2000	3, 4, 5

As imagens foram georreferenciadas (inserção de coordenadas geográficas) no Spring e inseridas no banco de dados, efetuando-se também um mosaico com elas. Baseada nas informações das cartas topográficas e na análise das imagens de satélite, a Bacia do Alto Taquari foi quantificada em 28.046 km².

Com o apoio dessas cartas e imagens, da base municipal proveniente do PCBAP, dos mapas municipais estatísticos (MMEs) do IBGE e das informações de campo, as vias de transporte (rodovias e ferrovias) e a malha municipal foram atualizadas na área da bacia.

Municípios da bacia

A bacia possui área tanto no Estado de Mato Grosso do Sul, quanto no Estado de Mato Grosso. Sua malha municipal é composta por áreas totais ou parciais de 14 municípios (Tabela 7). No

Tabela 7. Municípios que compõem a Bacia do Alto Taquari, com área municipal (km²) e participação absoluta e relativa dos municípios na sua composição.

Municípios	Área (km ²)		Área (%)	
	Municipal (A) ^a	Municipal na BAT (B)	Do município na BAT (B/A*100)	Da BAT no município (B/28.046,17*100)
Mato Grosso				
Alto Garças	3.820,90	1,45	0,04	0,01
Alto Araguaia	5.417,86	3.090,08	57,04	11,02
Alto Taquari	1.443,27	597,42	41,39	2,13
Mato Grosso do Sul				
Sonora	4.075,70	19,43	0,48	0,07
Pedro Gomes	3.651,10	1.715,23	46,98	6,12
Coxim	6.410,40	3.954,03	61,68	14,10
Costa Rica	5.723,00	1.119,53	19,56	3,99
Rio Verde de Mato Grosso	8.152,20	2.439,06	29,92	8,70
São Gabriel do Oeste	3.854,40	3.503,53	90,90	12,49
Rio Negro	1.818,10	6,61	0,36	0,02
Camapuã	10.758,40	7.178,49	66,72	25,60
Bandeirantes	3.115,50	13,84	0,44	0,05
Ribas do Rio Pardo	17.308,70	24,96	0,14	0,09
Alcinópolis	4.382,51 ^b	4.382,51	100,00	15,63
Total	79.932,04	28.046,17	35,09	100,00

Fonte: a - Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003). b - A área oficial de Alcinópolis é 4.399,8 km², porém optou-se por colocar aquela calculada na pesquisa para compatibilizar com a área da bacia.

entanto, nove municípios representam 98,54% da extensão da bacia, cuja malha observa-se na Figura 9, onde foram indicadas somente as sedes municipais localizadas no interior da bacia.

Três municípios estão no Estado de Mato Grosso, abrangendo 13,16% da área total, com destaque para Alto Araguaia que responde por 11,03% da bacia. Ressalta-se que o município de Alto Garças possui menos de 1% do seu território na bacia, enquanto Alto Araguaia e Alto Taquari possuem 57,04% e 41,39%, respectivamente.

Os municípios restantes estão no Estado de Mato Grosso do sul, abrangendo 86,84% da área total da bacia, com destaque para Camapuã, Alcinópolis, Coxim e São Gabriel do Oeste, que respondem, respectivamente por 25,60%, 15,63%, 14,10% e 12,49% da bacia. Apesar de Camapuã ser o município que mais contribui com área na formação da bacia, contabilizando ¼ do total, apenas 66,72% do seu território encontra-se localizado no interior da bacia, seguido de São Gabriel do Oeste com 90,9% e, com menor contribuição que Camapuã, encontra-se o município de Coxim com 61,68%. Por outro lado, Alcinópolis é o único município que participa com a sua totalidade territorial na formação da Bacia do Alto Taquari.

Na Tabela 7, verifica-se a área oficial de cada município, quanto dessa área pertence à bacia e quanto isso representa em percentagem. A última coluna mostra a contribuição da área, em percentagem, de cada município para compor a área total da Bacia do Alto Taquari. Como as

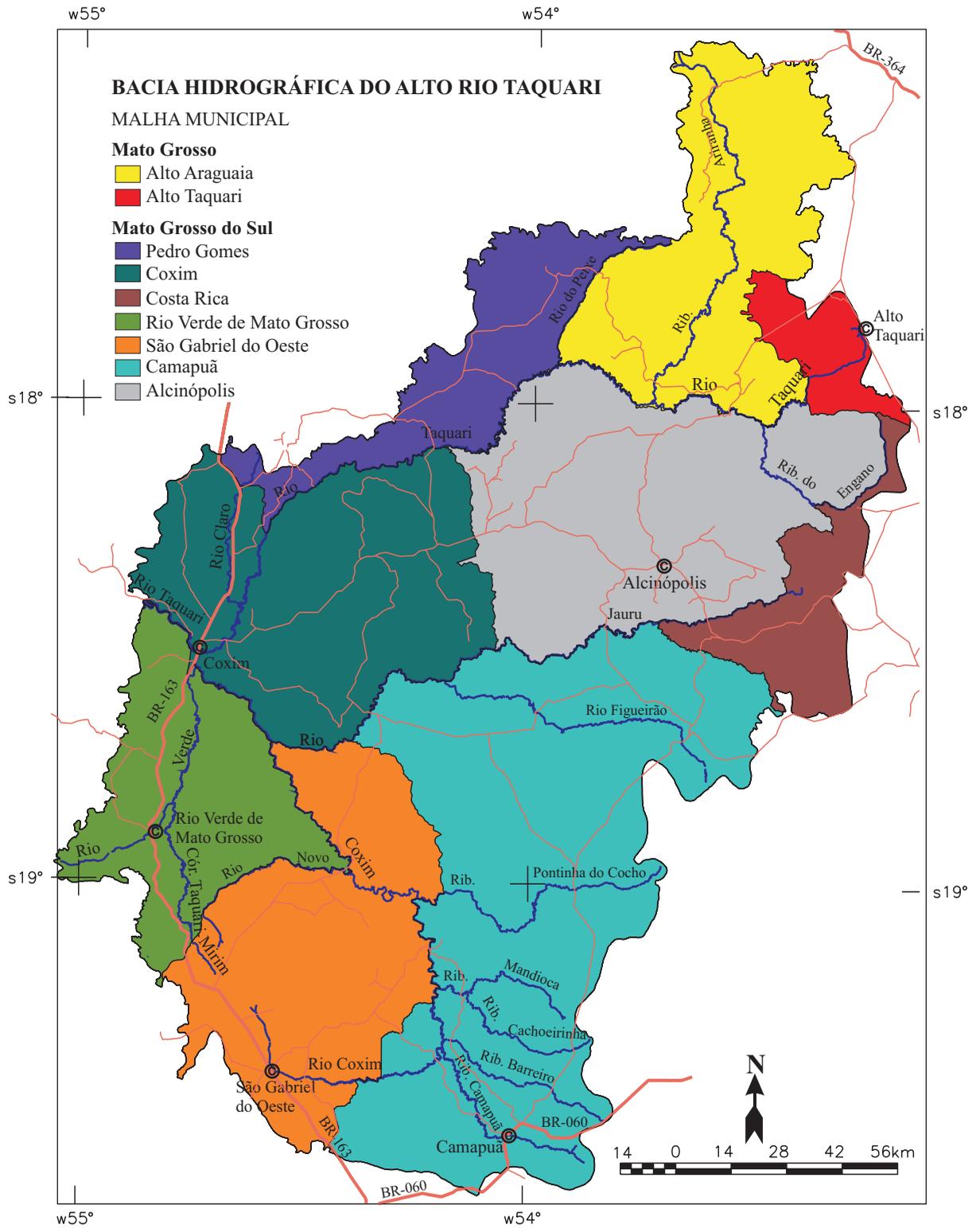


Figura 9. Malha municipal da Bacia do Alto Taquari em 2003.

decisões são tomadas, na maioria das vezes, em nível municipal, espera-se que esses índices indiquem, aos tomadores de decisão local, a dimensão do problema a ser solucionado.

Alto Garças, Sonora, Rio Negro, Bandeirantes e Ribas de Rio Pardo contribuem pouco para a formação da área de estudo, pois juntos ocupam apenas 0,24% da região e cedem apenas 1,46% de área para compor a bacia. Em Alto Garças e Ribas de Rio Pardo, nos quais possuem pequenas intersecções, ocorrem onde seus limites, definidos por linha seca, cortam retilineamente o divisor de água da bacia. No caso dos outros três municípios, cujos limites com a bacia são divisores de água, a intersecção dessas áreas pode ser atribuída a diferenças de mapeamentos entre a base municipal já existente e a delimitação da bacia. Globalmente, 35,09% da área dos 14 municípios encontram-se localizados dentro da bacia, porém, excluindo os cinco municípios com menores participações municipais, restam outros nove municípios que, juntos, cedem 56,19% da área de seus territórios para formarem a bacia.

Capítulo 6

A formação do relevo e a evolução da paisagem

Geologia

As informações geológicas foram extraídas basicamente de Trindade et al. (1997), cujo estudo foi desenvolvido para Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP). São apresentadas informações litológicas e estruturais da Bacia do Alto Taquari e indicadas as ocorrências minerais de importância econômica, tanto de rochas quanto de sedimentos aluviais.

No banco de dados do PCBAP, foram verificados alguns vazios nos preenchimentos dos polígonos, tendo-se, então, que recorrer a trabalhos de mapeamentos anteriores. Para que fosse possível completar os dados inexistentes, foram consultados os mapas do Macrozoneamento do MS, elaborado por Mato Grosso do Sul (1989), e as cópias heliográficas das bases originais na escala de 1:250.000 produzidas pelo projeto Radambrasil em 1981, obtidas do IBGE em Goiânia.

A geologia da bacia é bastante diversificada. Verificam-se unidades geológicas desde a Era Pré-Cambriana Proterozóica com idade entre 2.600 a 570 milhões de anos (MA), período superior, até as rochas do Grupo Cuiabá, representando 0,02% da área, bem como unidades geológicas da Era Conozóica com idade entre 65 MA à época atual, período Quaternário e época Holocênica, como os Aluviões Fluviais, representando 0,45% da área da bacia.

Foram identificadas e quantificadas 11 unidades geológicas, cujas informações cronoestratigráficas, litoestratigráficas e área em km² encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Unidades geológicas quantificadas na Bacia do Alto Taquari.

Cronoestratigrafia		Litoestratigrafia			Área (km ²)	%
Era	Período	Complexo, grupo ou suíte	Subgrupo, formação ou unidade	Legenda		
Cenozóica (65 MA a atual)	Quaternário		Aluviões fluviais	Qha	125,05	0,45
	Terciário		Coberturas Detrito-Lateríticas Neogênicas	Tndl	1.957,00	6,98
Mesozóica (230 a 65 MA)	Cretáceo	Grupo Bauru		Kb	2.298,57	8,20
	Jurássico	Grupo São Bento	Formação Serra Geral	JKsg	557,13	1,99
			Formação Botucatu	Jb	6.620,65	23,61
			Formação Pirambóia (Trpi) + Formação Botucatu (Jb)	Trpi_Jb	11.416,51	40,71
Paleozóica (570 a 230 MA)	Permiano	Grupo Guatá	Formação Palermo	Pp	76,76	0,27
	Carbonífero	Grupo Itararé	Formação Aquidauana	Cpa	2.476,18	8,83
	Devoniano	Grupo Paraná	Formação Ponta Grossa	Dpg	861,65	3,07
			Formação Furnas	Sdf	1.649,78	5,88
Pré-Cambriana Proterozóica (2.600 a 570 milhões MA)	Superior	Grupo Cuiabá		PScb	6,94	0,02
Área total das unidades geológicas mapeadas					28.046,22	100

Obs.: MA = milhões de ano.

As rochas da Era Mesozóica (230 a 65 MA), período Cretáceo (Grupo Bauru) e período Jurássico (Grupo São Bento), cobrem 74,51% da área da bacia. Somente o Grupo São Bento representa 66,31% da cobertura da alta bacia, destacando a unidade mapeada como Formação Botucatu (23,61%) e a unidade mapeada como Formação Pirambóia + Formação Botucatu, cobrindo 40,71% da bacia. Na Tabela 9, encontra-se uma breve descrição das unidades geológicas mapeadas e, na Figura 10 verifica-se a distribuição delas na Bacia do Alto Taquari.

Tabela 9. Caracterização das unidades geológicas mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Unidades	Caracterização
Aluviões Fluviais (Qha)	Em geral são constituídos por areias, siltes, argilas e cascalhos, oriundos da desagregação química e física das rochas preexistentes, e são depositados na área da bacia, e nas planícies de inundação dos Rios Coxim e Taquari. Normalmente apresentam espessuras de 2 m. Do ponto de vista econômico, são fornecedores naturais de material para construção civil, tais como areia, argila e material cascalhoso.
Coberturas Detrito-Lateríticas Neogênicas (Tndl)	O horizonte superior é constituído por solo argilo-arenoso; o horizonte médio é formado por espessas lateritas ferruginosas ou <i>canga</i> e; o horizonte inferior é constituído por areias inconsolidadas, argilas de cores variegadas, concreções limoníticas e produtos de alteração das rochas subjacentes. As lateritas podem aflorar em forma de lajedos e suas espessuras podem atingir algumas dezenas de metros. Na bacia ocorrem depósitos conglomeráticos com cimento ferruginoso, contendo fragmentos de rochas do Grupo Cuiabá, Formação Furnas e subordinadamente de rochas graníticas. Do ponto de vista econômico, as cangas e cascalheiras fornecem material abundante para produção de brita e revestimento de estradas. As lateritas podem ser utilizadas como guia para prospecção de ouro, prata, níquel, manganês, alumínio e fósforo.
Grupo Bauru (Kb)	Essa unidade é constituída por arenitos às vezes calcíferos, vermelhos e róseos de granulção média a grosseira. A sua espessura é bastante variável, indo de 40 m na Serra das Torrinhas e a noroeste de Areado, até 250 m no planalto de Maracaju, na Serra da Restinga. Do ponto de vista econômico, não foi identificado nenhum tipo de aproveitamento. Foi levantada a possibilidade, porém sem nenhuma comprovação, da existência de diamantes ligados a paleoplácetes originados da erosão e transporte dessa unidade.
Grupo São Bento (Formações Serra Geral (JKsg), Botucatu (Jb) e Pirambóia (Trpi))	A Formação Serra Geral é constituída por basaltos cinza-escuros e esverdeados, finos a afaníticos (não aparentes). A Formação Botucatu é constituída por arenitos eólicos, com estratificações cruzadas de grande porte, localmente com <i>facies</i> fluvio-lacustre. Em superfície, a maior espessura encontrada para esse Grupo gira em torno de 120 m, sendo que furos de sonda realizados pela Petrobrás registraram 464 m para o arenito Botucatu na região de Taquari, MT. A Formação Pirambóia é constituída por siltitos, argilitos, folhelhos fossilíferos, arenitos finos e conglomerados basal, ocupa a posição de base do Grupo São Bento, caracterizando a fase de deposição aquosa. Essa unidade não foi individualizada na bacia, tendo sido mapeada em conjunto com a Formação Botucatu, recebendo a legenda de Trpi_Jb. Do ponto de vista econômico, os basaltos da Formação Serra Geral podem ser utilizados na construção civil, fornecendo material para brita e cascalho para aterro de estradas e base para cobertura asfáltica. Os pequenos blocos podem ser utilizados para revestimentos de exteriores de residências.
Grupo Guatá (Formação Palermo - Pp)	Essa unidade é constituída, em sua maioria, por siltitos róseos e esbranquiçados, localmente vermelho-arroxeados e conglomerados basal. A Formação Palermo possui uma espessura máxima de 282 m, encontrada em poço realizado em Alegrete, RS. Em superfície, a espessura média situa-se em torno de 60m. O ambiente de sedimentação da Formação Palermo é quase uma unanimidade entre os autores que a estudaram. Todos a colocam como sedimentada em ambiente marinho com pequenas variações na profundidade e temperatura, bem como na intensidade local das correntes. Não se identificou qualquer utilização de caráter econômico para as litologias que compõem essa formação.
Grupo Itararé (Formação Aquidauana - Cpa)	Esta unidade é constituída essencialmente por uma sequência sedimentar, predominantemente arenosa e de coloração vermelho-arroxeadada, na qual distinguem-se três níveis: superior, formado por arenitos com estratificação cruzada e siltitos vermelho-tijolo, finamente estratificados; médio, com arenitos finos a muito finos, estratificação plano-paralela e intercalações de siltitos, folhelhos e diamictitos subordinados; inferior, contendo arenitos avermelhados com lentes de diamictitos, intercalações de argilitos, arenitos grosseiros esbranquiçados, arcóseos e conglomerado basal. Sua espessura varia de 200 m a 500 m aproximadamente. Apesar de se encontrar teores de manganês em torno de 50% nos arenitos vermelhos, economicamente não se justifica seu aproveitamento.

Continua...

Tabela 9. Continuação...

Unidades	Caracterização
Grupo Paraná (Formação Ponta Grossa - Dpg)	<p>A Formação Ponta Grossa é formada por folhelhos, folhelhos-siltitos cinza escuros a pretos, localmente carbonosos e fossilíferos, com intercalações de arenitos cinza-claros, finos, argilosos e micáceos. Sua espessura em superfície é variável, em função da erosão e problemas estruturais, apresentando-se com até 5 m de espessura e também valores de 200 m a 300 m. Em subsuperfície, foi encontrada em poço perfurado na região de Alto Garças, MT, uma espessura de 467 m. Do ponto de vista econômico, nenhuma ocorrência mineral foi registrada, embora as unidades litoestratigráficas e os ambientes reconhecidos indiquem alguma potencialidade da presença de fosfato e/ou urânio.</p>
Formação Furnas (SDf)	<p>Esta unidade é constituída por arenitos esbranquiçados e avermelhados, médios a grosseiros, com estratificações planas-paralelas e cruzadas. Lentes conglomeráticas e intercalações de camadas silto-argilosas. Em razão do substrato irregular e da ação dos processos erosivos, essa formação apresenta uma espessura muito variável. Em superfície, na Serra do Pantanal, constataram-se valores máximos de 200 m a 250m. Estratigraficamente, a Formação Furnas constitui a base do Grupo Paraná, assentando-se discordantemente sobre os metassedimentos do Grupo Cuiabá e as intrusivas ácidas do Granito São Vicente. Superiormente, é recoberta pela Formação Ponta Grossa, em contato gradacional e concordante. Do ponto de vista econômico, há possibilidade de se encontrar ouro e diamantes nos paleoplácetes originados da erosão dos sedimentos. Um levantamento dos garimpos antigos e atuais, ligados à presença dessas rochas, poderia servir como orientação no sentido de se priorizar novos prospectos e seleção das áreas mais promissoras.</p>
Grupo Cuiabá (PScb)	<p>Essa unidade é composta por fílitos, grafíticos ou não, xistos, metarenitos e metarcóseos. Estima-se sua espessura em mais de mil metros, muito embora não tenham estabelecido base, nem topo para ela. Do ponto de vista econômico, não foi identificado nenhum tipo de aproveitamento.</p>

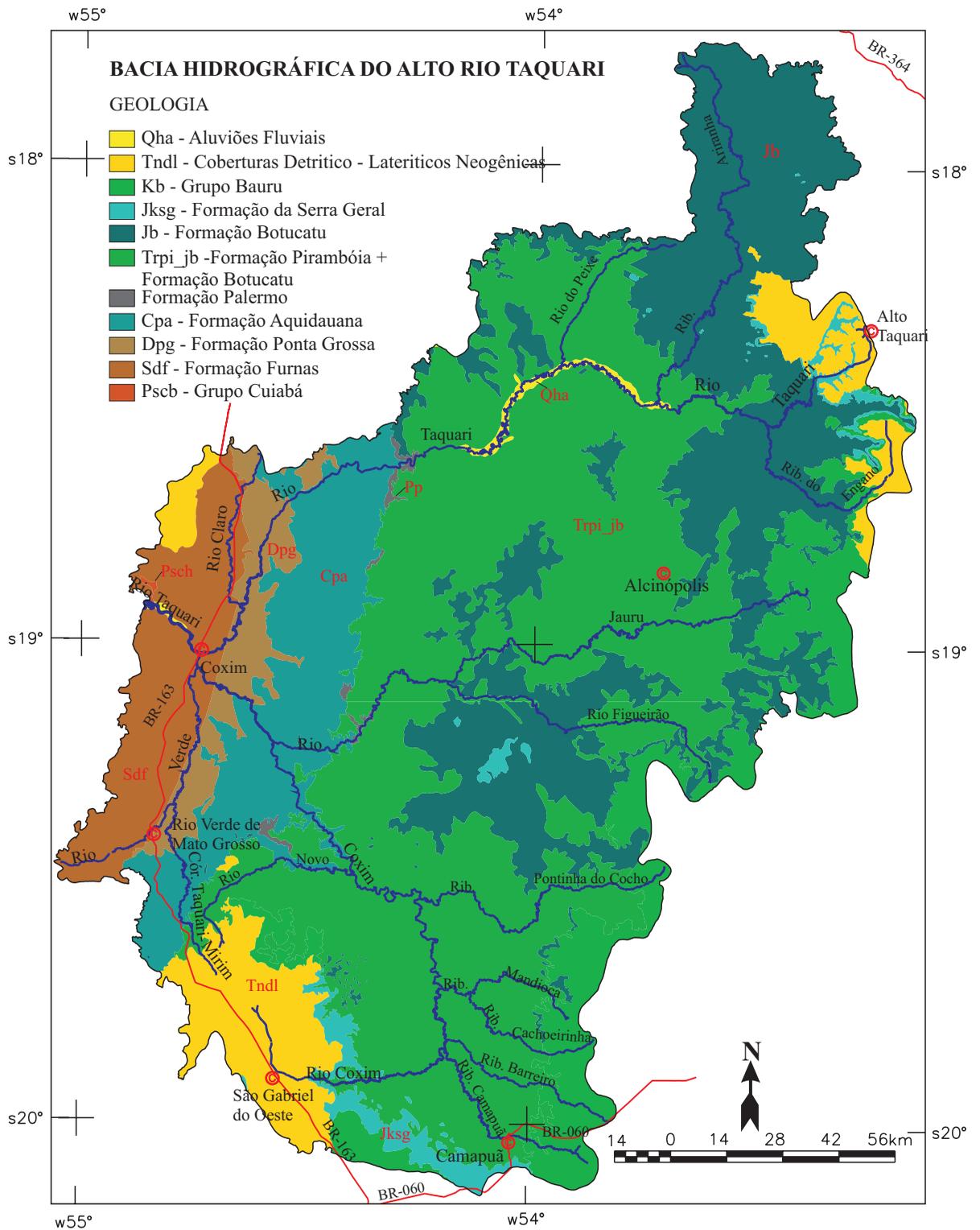


Figura 10. Unidades geológicas mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Trindade et al. (1997).

Geomorfologia

As informações geomorfológicas foram extraídas do PCBAP, cujo estudo foi desenvolvido por Borges et al. (1997a), visando identificar as formas de relevo em diferentes níveis hierárquicos (taxons) e confeccionar as cartas geomorfológicas da Bacia, na escala de 1:250.000.

O estudo de Borges et al. (1997a) segue a ordem taxonômica para o relevo estrutural, proposta por Ross (1992), citado por esses autores, ressaltando-se que o escultural e o estrutural fazem parte de qualquer tamanho de forma, embora suas categorias de tamanhos, idades, gêneses e formas sejam possíveis de serem identificadas e mapeadas separadamente. Essa metodologia prevê até seis divisões taxonômicas, exigindo escalas de representação cada vez mais detalhadas, porém, em virtude da escala regional de trabalho, os mapas ressaltam apenas os três taxons maiores, a saber: as morfoestruturas, as morfoesculturas e as unidades morfológicas (padrões de formas semelhantes ou ainda tipos de relevo), embora os táxons 4º, 5º, e 6º apareçam descritos na legenda e no texto da memória técnica.

As unidades morfoestruturais são representadas por determinadas características estruturais litológicas e geotectônicas que evidentemente estão associadas às suas gêneses. Como exemplos de grandes morfoestruturas, têm-se as Bacias sedimentares, os cinturões orogênicos, as plataformas ou crátons. De maneira geral, essas unidades possuem características estruturais, idades e macro-morfologias específicas, destacando-se as grandes variações altimétricas, paralelismo de serras e vales, intrusões ígneas associadas aos processos de dobramentos e, apesar das longas fases erosivas, ainda guardam características de cadeias orogênicas.

As unidades morfoesculturais estão associadas aos produtos morfológicos de influência climática atual e pretérita. São representadas pelo modelado ou por morfologias ou tipologias de formas geradas sobre diferentes morfoestruturas por meio do desgaste erosivo, promovido por ambientes climáticos diferenciados tanto no tempo quanto no espaço. Caracterizam-se pelo estado atual de um determinado ambiente ou unidade geomorfológica, cujas características de similitude de formas, altimetrias, idade e gênese as individualizam no cenário paisagístico. São representadas pelos planaltos, serras e depressões, contidas em cada uma das morfoestruturas.

As unidades morfológicas ou dos padrões de formas semelhantes ou ainda tipos de relevo caracterizam-se por diferentes padrões de forma que, em face das suas características de rugosidade topográfica, são extremamente semelhantes entre si, quanto às altimetrias dos topos, dominância de declividades das vertentes, morfologia dos topos e vertentes, dimensões interfluviais e entalhamento dos canais de drenagem. Essas unidades são identificáveis em cada uma das unidades morfoestruturais e morfoesculturais.

A abordagem geomorfológica nos estudos ambientais, em relação à análise do relevo, deve envolver aspectos como:

a compartimentação topográfica; a caracterização dos padrões de formas e das vertentes e suas relações com os solos, as rochas, o clima e a vegetação; a classificação das formas de relevo quanto à sua gênese, tamanho (morfometria) e dinâmica atual; a classificação das formas de relevo quanto à sua fragilidade potencial e emergente,

procurando identificar problemas de erosão e assoreamento, inundações, instabilidade dos terrenos nas vertentes muito inclinadas, instabilidade dos terrenos planos (planícies fluviais, marinhas, lacustres etc.) (ROSS, 1996, p. 306).

Na caracterização geomorfológica da Bacia do Alto Taquari, são destacados os aspectos morfológicos (morfografia e morfometria), que geralmente são realçados nas imagens orbitais (feições de relevo). Enquanto a morfografia trata da descrição das formas de relevo, a morfometria trata dos parâmetros relativos à dissecação e amplitude altimétrica do relevo.

No presente estudo, foram considerados apenas os três primeiros taxons: as morfoestruturas, as morfoesculturas e os padrões de formas semelhantes. Na Tabela 10, verificam-se as unidades geomorfológicas que ocorrem na bacia para os dois primeiros táxons e, na Figura 11 observa-se a distribuição delas na área.

Tabela 10. Unidades morfoestruturais e morfoesculturais quantificadas na Bacia do Alto Taquari.

1º Taxon	2º Taxon		Área (km ²)
Domínio morfoestrutural	Domínio morfoescultural	Unidades morfoesculturais	
	Planalto do Taquari-Itiquira	Chapada das Emas	2.776,28
		Planalto do Taquari	19.012,24
Bacia do Paraná		Chapada do Coxim	2.037,24
		Chapada de São Gabriel	1.296,16
		Planalto de Maracaju	2.692,44
		Planalto de Campo Grande	231,84
Total			28.046,20

Quanto ao 3º taxon, as unidades geomorfológicas da bacia foram agrupadas em três categorias, de acordo com a morfogênese: Formas Estruturais, Formas Erosivas e Formas de Acumulação. Em seguida, as Formas Erosivas foram caracterizadas de acordo com os Tipos de Dissecação (a = formas aguçadas, c = formas convexas, t = formas tabulares). Para cada Tipo de Dissecação foram acrescentados os Índices de Dissecação (Tabela 11), combinando duas informações: ordem de grandeza das formas de relevo (dimensão interfluvial média – ou amplitude horizontal), com cinco classes definidas, e intensidade de aprofundamento dos talwegues (grau de entalhamento dos vales - ou amplitude altimétrica), também com cinco classes definidas. Na Tabela 12, verifica-se a descrição das formas de relevo das unidades desse taxon.

Dessa maneira, a legenda do mapa geomorfológico, elaborada para a bacia, é composta por letras e dígitos, sendo que as letras representam a morfografia e a morfogênese, enquanto os dígitos representam a morfometria, em que o primeiro dígito indica a amplitude altimétrica do relevo e o segundo dígito indica a densidade de canais de drenagem. Assim, por exemplo, uma unidade identificada como Dt12 significa que ela é uma forma erosiva tabular com índice

Tabela 11. Matriz dos índices de dissecação do relevo aplicados à Bacia do Alto Taquari.

Grau de entalhamento dos vales (classes)	Dimensão interfluvial média (classes)				
	Muito grande (1) > 3.750 m	Grande (2) 1.750 a 3.750m	Média (3) 750 a 1.750m	Pequena (4) 250 a 750m	Muito pequena (5) < 250 m
Muito fraco (1) (< de 20 m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
Muito forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

Dados morfométricos dos padrões de formas semelhantes. O primeiro dígito indica o grau de entalhamento dos vales, e o segundo dígito indica a dimensão interfluvial média.

Cartas geomorfológicas 1:250.000

Fonte: Borges et al. (1997a).

Tabela 12. Descrição das formas de relevo mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Formas de relevo		Descrição
Formas estruturais	Dst	Superfície estrutural tabular. Superfície aplanada de topo parcial ou totalmente coincidente com a estrutura geológica. Limitada por escarpas e retrabalhada por processos de pediplanação.
	Dep	Superfície pediplanada. Superfície de aplanamento elaborada por processos de pediplanação.
Formas erosivas	Dpd	Pedimento. Forma de relevo efetuada por recuo paralelo de vertente resultando encostas de declive fraco, ligando dois planos altimétricos diferentes.
	Det	Superfície erosiva tabular. Relevo residual de topo aplanado, provavelmente testemunho de superfície aplanada e geralmente limitado por escarpas erosivas.
Formas de acumulação	Apf	Planície fluvial. Área aplanada resultante de acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada.
Tipos de dissecação das formas erosivas	Da	Formas aguçadas. Relevos de topos contínuos e aguçados com diferentes ordens de grandeza e aprofundamentos de drenagem, separados geralmente por vales em “V”.
	Dc	Formas convexas. Relevo de topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem separados por vales de fundo plano e / ou em “V”.
	Dt	Formas tabulares. Relevos de topos aplanados com diferentes ordens de grandeza e aprofundamentos de drenagem, separados por vales de fundo plano.

Cartas geomorfológicas 1:250.000

Fonte: Borges et al. (1997a).

de dissecação muito fraco grande, com entalhamento (1), isto é, amplitude altimétrica < de 20 m, e com dimensão interfluvial (2), ou seja, amplitude horizontal ou interfluvial variando de 1.750 a 3.750 m. Via de regra, quanto maior for o grau de entalhamento, maior será a energia potencial disponível para o escoamento superficial e, portanto, maior será a capacidade de erosão e, quanto menor for a dimensão interfluvial, concomitantemente, maior será a dissecação. Sintetizando as informações da Tabela 11, pode-se dar uma outra interpretação a eles, reagrupando-os em Índices de Dissecação: Muito Fraco (11, 21, 31, 41, 51, Dst, Dep), Fraco (12, 22, 32, 42, 52, Dpd, Det), Médio (13, 23, 33, 43, 53), Forte (14, 24, 34, 44, 54) e Muito Forte (15, 25, 35, 45, 55).

Na bacia foram mapeadas 29 classes geomorfológicas do 3º taxon, apresentadas na Tabela 13 e espacializadas na Figura 12. As formas erosivas predominam, praticamente, em toda a extensão da área, ocupando 96,8% do território. Considerando apenas aquelas áreas onde foi possível associar Tipos e Índices de Dissecação, elas se distribuem por 82,88% da Bacia, destacando-se as formas erosivas tabulares, que ocupam metade do território.

Utilizando-se das informações nas Tabelas 10 a 13 e das Figuras 11 e 12, acrescidas das informações geológicas, as unidades geomorfológicas morfoesculturais (2º Taxon) foram caracterizadas e apresentadas na Tabela 14.

Tabela 13. Unidades geomorfológicas (3º Taxon) mapeadas e quantificadas na Bacia do Alto Taquari.

Formas de relevo	Tipos de dissecação	%	Unidades 3º Taxon	Área (km ²)	%			
Formas estruturais		0,19	Dst	53,32	0,19			
Formas erosivas		13,92	Dpd	3,08	0,01			
			Dep	3.701,85	13,20			
			Det	200,67	0,71			
Formas de acumulação		3,01	Apf	843,32	3,01			
Tipos de dissecação das formas erosivas	Aguçadas (a)	14,37	Da15	819,04	2,92			
			Da24	462,04	1,65			
			Da25	2.399,84	8,56			
			Da35	342,06	1,22			
			Da44	6,72	0,02			
	Convexas (c)	18,08	Dc13	564,77	2,01			
			Dc14	2.780,76	9,91			
			Dc15	493,53	1,76			
			Dc23	106,39	0,38			
			Dc24	1.060,73	3,78			
			Dc34	45,75	0,16			
			Dc35	22,07	0,08			
	Tabulares (t)	50,43	Dt11	1.086,83	3,88			
			Dt12	3.762,24	13,41			
			Dt13	3.482,63	12,42			
			Dt14	2.150,20	7,67			
			Dt15	36,54	0,13			
			Dt22	1.715,59	6,12			
			Dt23	506,47	1,81			
			Dt24	880,78	3,14			
			Dt25	0,79	0,00			
			Dt33	391,69	1,40			
			Dt34	63,48	0,23			
			Dt44	63,02	0,22			
			Area total das classes		100		28.046,20	100

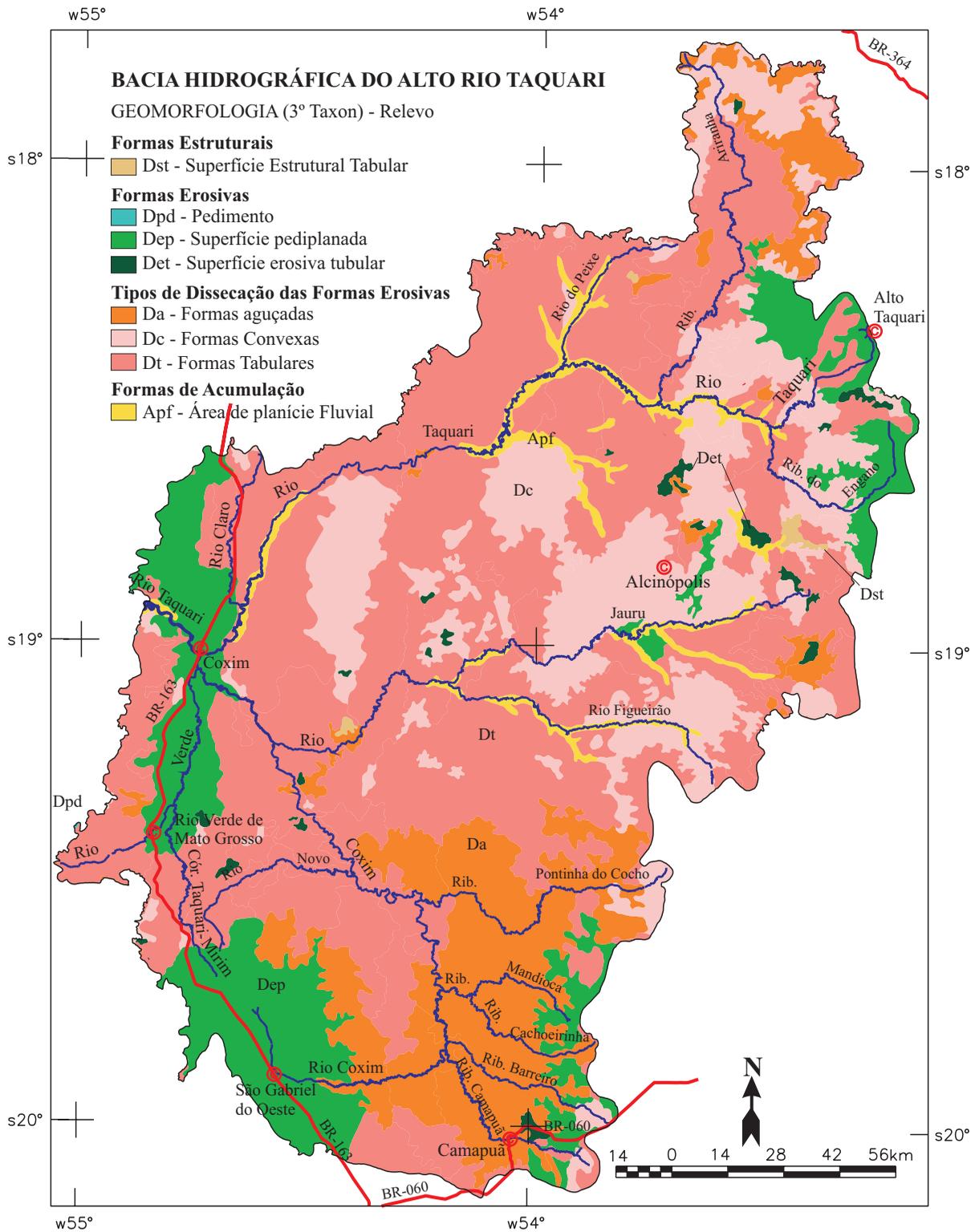


Figura 12. Unidades geomorfológicas (3º Taxon) mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Borges et al. (1997a).

Tabela 14. Caracterização das unidades geomorfológicas morfoesculturais (2º Taxon) identificadas na Bacia do Alto Taquari.

Morfoesculturas	Caracterização
Chapada das Emas	<p>Apenas uma estreita faixa dessa Chapada encontra-se na bacia, localizada na sua parte leste. Inicia-se nas proximidades das nascentes do Rio Jauru e segue até a região das nascentes do Rio Taquari pouco acima da divisa de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estendendo-se pelo Estado de Goiás já na bacia do Paraná e Araguaia. Na bacia, a chapada é contornada pelo Planalto do Taquari. É uma superfície aplainada e alta, com cobertura Detritica-Laterítica Terciária Quaternária, quase sem variação altimétrica e se constitui em divisor das Bacias Hidrográficas do Paraguai, Paraná e Araguaia. No oeste da chapada aparecem frentes de <i>cuestas</i> com desnível de mais de 200 m e superfícies planas no topo. A drenagem é fraca e feita pelas nascentes dos córregos Água Azul, ribeirões do Lage, do Engano, Valeriano, da Celada, Pirizal, Saltinho, Borrachudo, Piraputanga, Mandioca e Barreira, e os Rios Jauru e Taquari, todos nascendo nas escarpas da serra.</p>
Planalto do Taquari	<p>É a unidade de maior abrangência na bacia, fazendo contato com todas as outras unidades identificadas. Limita-se ao norte pela Chapada do Rio Correntes/Itiquira pela escarpa da Serra Preta (divisor de água da bacia do mesmo nome), a leste pela Chapada das Emas e Bacia do Paraná, ao sul pelo Planalto de Campo Grande, a sudoeste pela Chapada de São Gabriel e pelo Planalto de Maracaju e a oeste pela Chapada do Coxim. É uma grande superfície pouco dissecada com formas erosivas tabulares e formas convexas amplas espalhadas por toda a área, e formas aguçadas na borda leste e convexas principalmente nas nascentes. Cortando o Planalto em sentido N-S, a partir da Serra Preta até altura do Rio Jauru, aparecem escarpas estruturais abaixo de 200 m, que correspondem às serras da Barretina, das Torrinhas do Barreiro, do Caracol e de São Domingos. Na parte sul, onde faz contato com a Formação Serra Geral, aparece a serra de Camapuã. O embasamento estrutural é dado pela Formação Botucatu e pela Formação Serra Geral mais ao sul. A drenagem é feita pelas Sub-bacias dos Rios Taquari e Coxim. A Sub-bacia do Rio Taquari tem suas nascentes nessa área. Antes de adentrar ao Pantanal, recebe a drenagem da Sub-bacia do Rio Coxim, que nasce em uma área mais elevada na Chapada de São Gabriel. E esse rio, em seu baixo curso, recebe seu principal afluente que é o Rio Jauru. Outras drenagens importantes referem-se ao ribeirão Camapuã, afluente do Coxim e o Ribeirão Figueirão, afluente do Jauru. O Rio Taquari, no seu alto curso, apresenta longas depressões embutidas, denominada de Depressões Interiores. Esse rebaixamento parece ter sua origem ligada à grande incidência de falhas na área que induziram ao maior vigor dos processos erosivos e aos arenitos de Formação Botucatu que são muito friáveis. Os processos de erosão diferencial atuaram posteriormente rebaixando a superfície, o que atestam os relevos residuais existentes no meio das depressões, com altimetria inferior a 300 m. São áreas topograficamente deprimidas, quase sempre circundadas por escarpas, o que acentua o aspecto de depressão.</p>
Planalto de Campo Grande	<p>Apenas uma pequena parte desse Planalto localiza-se na bacia, na parte sul. Limita-se a oeste pela Chapada de São Gabriel, a norte e a leste pelo Planalto do Taquari, a sul estende-se para fora da bacia, adentrando-se à Bacia do Paraná. Foi definido e caracterizado por se destacar como área de Planalto, apresentando uma área mais elevada e dissecada. No norte aparecem frentes de <i>cuestas</i> dissimuladas abaixo de 200 m. Os processos erosivos que atuaram em épocas pretéritas fizeram aparecer rochas basálticas da Formação Serra Geral que originaram as formas aguçadas e vertentes abruptas do relevo. A drenagem é feita pelos córregos da Lagoa, da Aldeia e da Cachoeira.</p>

Continua...

Tabela 14. Continuação...

Morfoesculturas	Caracterização
Chapada do Coxim	<p>Essa unidade está localizada na parte oeste da bacia, estendendo-se do divisor de água da Bacia Correntes/Itiquira, ao norte, até um pouco além da cidade de Rio Verde de Mato Grosso, ao sul. A Chapada do Coxim, localmente conhecida como Serra do Pantanal, limita-se, internamente, a leste com o Planalto do Taquari, a sul com a Chapada de São Gabriel e a oeste, com o Planalto de Maracaju. Essa unidade foi identificada e definida pela sua característica única de relevo mais elevado do que os que a rodeiam. Caracteriza-se por ser uma longa e estreita faixa residual, cujas bordas, no lado ocidental, formam frente de <i>cuesta</i> acima de 100 m. Superfícies aplainadas aparecem entre as cidades de Coxim e Rio Verde, e formas convexas aparecem próximas a Coxim. Nas proximidades da Serra de Rio Verde aparecem formas erosivas tabulares de topo plano limitadas por escarpas erosivas. A estrutura geológica é constituída pela Formação Ponta Grossa, na porção leste até a falha do Rio Negro-Coxim, Formação Furnas a oeste e, na porção noroeste pelas Coberturas Detrito-Lateríticas da Serra do Pantanal. A Falha do Rio Negro-Coxim é muito extensa, começando nas proximidades do Rio Negro na serra de Maracaju, ao sul, passando pela cidade de Rio Verde segue em direção nordeste até as proximidades do ribeirão da Figueira. A drenagem é feita pelo Rio Verde e seus afluentes na parte sul (tendo a cidade de Coxim como referência), a porção norte é drenada pelo córrego do Veado, e na parte central os Rios Coxim e Taquari cortam-na transversalmente.</p>
Chapada de São Gabriel	<p>Essa unidade localiza-se na parte sudoeste da bacia, limitando-se a norte com a Chapada de Coxim, a leste com o Planalto do Taquari por meio da Serra de Camapuã, a oeste e a sudoeste com o Planalto de Maracaju, já na Bacia do Rio Aquidauana, e a sul e a sudeste com o Planalto de Campo Grande. A Chapada é constituída de uma superfície plana e alta, ocupando uma posição geográfica de destaque por estar circundada por uma área de relevo mais rebaixado e dissecado. Com altitudes superiores a 700 m e com um modelado essencialmente plano, a chapada é delimitada em quase toda a sua borda por escarpas erosivas e estruturais, apresentando também ressaltos topográficos por causa das rochas eruptivas da Formação Serra Geral. A litologia é a Cobertura Detrítico-Laterítica sobreposta aos sedimentos cretáceos da Formação Bauru, circundada por rochas eruptivas da Formação Serra Geral, com basaltos cinza-escuro-esverdeados. Inúmeros cursos d'água nascem nas escarpas que circundam essa Chapada, destacando-se os rios Coxim, Taquari-Mirim e Novo. A densidade de drenagem é fraca, feita por esses três rios, acrescidas, dentre outros, pelos córregos Brejão, Brioso, Baixadão e Ponte Vermelha, todos afluentes do Rio Coxim.</p>
Planalto de Maracaju	<p>Apenas uma pequena parte deste Planalto localiza-se na bacia, na parte oeste. Limita-se a norte pelo divisor de água da Bacia Correntes/Itiquira, a leste pela Chapada do Coxim e pela Chapada de São Gabriel, a sul e a oeste, o Planalto se estende para fora da bacia até o divisor de água com Pantanal. As maiores altitudes estão na Serra de Maracaju, podendo chegar a 600 m. Na parte norte e faixa oeste do Planalto, as formas são tabulares ou convexas sustentadas pelas Formações Furnas, Aquidauana e Botucatu. A serra de Maracaju apresenta escarpas nas bordas, configurando frentes de <i>cuesta</i> dissimuladas pelas atividades erosivas e relevos residuais. No contato com as Depressões, nas vertentes, instalaram-se estreitas faixas de relevo dissecado do tipo aguçado, aflorando as rochas Pré-Cambrianas do Grupo Cuiabá, na base das escarpas. A drenagem da área é feita pelo Rio Verde e pelos córregos Ponte de Pedra e Boa Sentença.</p>

Capítulo 7

Os solos, a aptidão agrícola e a vulnerabilidade da bacia hidrográfica

As informações sobre solos foram baseadas no tema Pedologia do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PC-BAP), elaborado por Santos et al. (1997). Na identificação, caracterização dos solos e confecção das cartas pedológicas na escala de 1:250.000, foram utilizadas análises físicas, químicas e mineralógicas efetuadas nas amostras de solos. Utiliza-se como apoio, imagens de radar, cartas topográficas e cartas pedológicas do Macrozoneamento Geoambiental do Mato Grosso do Sul, na escala de 1:250.000, bem como os estudos desenvolvidos pelo projeto RadamBrasil, respectivamente, Mato Grosso do Sul (1989) e Projeto RadamBrasil (1981, 1982). A essas informações iniciais, acrescenta-se dados obtidos em campo e em outras bibliografias disponíveis.

Na individualização das classes de solo, foram empregados diversos critérios estabelecidos com base em características consideradas diferenciadoras de horizontes ou “pedons” e, como critérios adicionais para a distinção de unidades de mapeamento foram também empregadas fases, visando prover mais subsídios para a interpretação do potencial agrícola das terras. Com isso, as classes e as unidades de solos foram mapeadas considerando os atributos diagnósticos (cor, saturação, atividade de fração argila, característica solódica, caráter salino, carbonático e mudança textural abrupta), os horizontes diagnósticos (A chernozêmico, A proeminente, A moderado, B latossólico, B textural), a natureza intermediária ou extraordinária de unidade taxonômica (latossólico, vértico, pouco profundo, raso), o grupamento de classes texturais (textura arenosa, média, argilosa, muito argilosa), constituição macroclástica (pouco cascalhenta, cascalhenta e muito cascalhenta), e as fases (pedregosidade e relevo).

A diversidade dos solos

Observa-se uma grande diversidade de tipos de solo na bacia, em cujo levantamento foram identificadas e mapeadas 14 classes de solo, distribuídas em 45 unidades (Tabela 15). Desta forma, a pedologia da Bacia do Alto Taquari é composta por cinco classes de Latossolos recobrando 15,08% do seu território, três de Podzólicos recobrando 23,44%, uma de Glei Pouco Húmico recobrando apenas 0,2%, duas de Areias Quartzosas Hidromórficas recobrando 2,13%, uma de Areia Quartzosa recobrando 45,87% e duas classes de solos Litólicos recobrando 13,28% da bacia. Verifica-se então, que quase a metade (48%) da área da alta bacia é recoberta por Areias Quartzosas em constante processo de erosão e carreamento para o baixo curso da bacia (Pantanal), sedimentando-a ininterruptamente.

Na Tabela 16, encontra-se a caracterização das classes de solo mapeadas, cuja distribuição na bacia pode ser verificada na Figura 13. Convém salientar que, na descrição, às vezes elas podem vir agrupadas numa mesma classe, diferenciando-se pelo seu caráter álico, eutrófico ou distrófico. Os solos álicos possuem saturação com alumínio igual ou superior a 50% e concomitantemente teor de alumínio trocável igual ou superior a 0,3 mE/100g. Os solos eutróficos possuem fertilidade natural média a alta, com saturação de bases (V%) superior a 50%. Os solos distróficos possuem fertilidade natural baixa, com saturação de bases (V%) e saturação com alumínio inferior a 50%.

Tabela 15. Classes e unidades de solo mapeados e quantificados na Bacia do Alto Taquari.

Classes de solo	%	Unidades de solo	Área (km ²)	%
Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa)	12,10	LEa1	0,04	0,00
		LEa2	38,28	0,14
		LEa3	1.241,40	4,43
		LEa4	25,86	0,09
		LEa6	141,34	0,50
		LEa7	11,47	0,04
		LEa8	138,40	0,49
		LEa10	498,20	1,78
		LEa13	252,62	0,90
		LEa15	202,84	0,72
LEa16	844,35	3,01		
Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd)	2,35	LEd1	657,58	2,34
		LEd11	4,07	0,01
Latossolo Roxo distrófico (LRd)	0,59	LRd3	164,40	0,59
Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa)	0,03	LVa2	0,48	0,00
		LVa6	7,26	0,03
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVd)	0,01	LVd8	1,56	0,01

Continua...

Tabela 15. Continuação...

Classes de solo	%	Unidades de solo	Área (km ²)	%
Podzólico Vermelho-Amarelo álico (PVa)	10,93	PVa5	956,19	3,41
		PVa12	1.972,40	7,03
		PVa13	137,94	0,49
Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (PVd)	0,70	PVd28	197,36	0,70
Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe)	11,81	PVe1	2.576,25	9,18
		PVe6	737,59	2,63
Glei Pouco Húmico distrófico (HGPd)	0,20	HGPd1	56,91	0,20
Areias Quartzosas Hidromórficas álicas (HAQa)	2,10	HAQa2	132,78	0,47
		HAQa3	456,25	1,63
Areias Quartzosas Hidromórficas distróficas (HAQd)	0,03	HAQd2	7,42	0,03
		AQa2	944,90	3,37
Areias Quartzosas álicas (AQa)	45,87	AQa3	328,87	1,17
		AQa4	211,78	0,76
		AQa5	533,08	1,90
		AQa7	739,89	2,64
		AQa11	1.904,30	6,79
		AQa12	2.488,87	8,87
		AQa13	2.844,12	10,14
		AQa17	680,84	2,43
		AQa18	15,62	0,06
		AQa19	97,17	0,35
		AQa20	906,06	3,23
		AQa23	1.166,72	4,16
		Solos Litólicos álicos (Ra)	11,40	Ra
Ra5	3.151,28			11,24
Solos Litólicos distróficos (Rd)	1,88	Rd3	58,50	0,21
		Rd8	445,94	1,59
		Rd12	21,50	0,08
Área total das classes	100,00		28.046,20	100,00

Tabela 16. Caracterização das classes de solo mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Classes	Caracterização
Latossolo Vermelho-escuro - LE (állico - LEa, distrófico - LEd)	Essas classes compreendem solos minerais não-hidromórficos, que se caracterizam por possuírem horizonte B latossólico de cor avermelhada, com teores de Fe ₂ O ₃ entre 8 e 18%, quando argilosos ou muito argilosos, e normalmente inferiores a 8% quando de textura média. São solos normalmente muito profundos, com espessura do solum raramente inferior a dois metros, de elevada permeabilidade e, em geral, bem acentuadamente drenados. Eles apresentam sequência de horizontes do tipo A, Bw, C, com reduzido incremento de argila em profundidade e, também, horizonte A moderado, textura bastante variável, desde média a muito argilosa.
Latossolo Roxo distrófico (LRd)	Essa classe compreende solos minerais não-hidromórficos, com horizonte B latossólico de coloração vermelho-escura, de tonalidade arroxeadas e com teores de Fe ₂ O ₃ na terra fina iguais ou superiores a 18%. São, em geral, muito profundos, acentuadamente drenados e apresentam sequência de horizontes A, Bw, C. Esses solos estão relacionados à decomposição de rochas basálticas e, na bacia, desenvolveram-se a partir da alteração dos basaltos da Formação Serra Geral.
Latossolo Vermelho-amarelo (LV) - (állico - LVa, distrófico - LVD)	Essas classes compreendem solos minerais não-hidromórficos, caracterizados por possuírem horizonte B latossólico, com teores de Fe ₂ O ₃ relativamente baixos (7 a 11%). São solos, em geral, muito profundos, de elevada permeabilidade, bem acentuadamente drenados, com sequência de horizontes A, Bw, C, com reduzido incremento de argila em profundidade. Apresentam horizonte A moderado, textura média ou argilosa e conteúdo de bases trocáveis muito baixo, por vezes com saturação por alumínio elevada e, como os Latossolos Vermelho-Escuros, sua principal limitação ao uso agrícola é a baixa fertilidade natural.
Podzólico Vermelho-amarelo (PV) - (állico - PVa, distrófico - PVD, eutrófico - PVE)	Essas classes compreendem solos minerais não-hidromórficos, com horizonte B textural de cores vermelhas e amarelas e teores de Fe ₂ O ₃ normalmente inferiores a 11%. Apresentam sequência de horizontes A, Bt, C ou A, E, Bt, C, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo, exceto chernozêmico, caso o horizonte Bt contenha argila de atividade alta (Ta), e húmico, quando além de Ta o solo for állico. Esses solos foram desenvolvidos a partir de litologias bastante diversificadas, apresentam grande variação nas características físicas, químicas e morfológicas. Assim, ocorrem solos com argila de atividade baixa ou alta, embora sejam estes menos frequentes, e horizonte A moderado, chernozêmico ou proeminente, sobrejacente a horizonte Bt ou a horizonte E, cuja ocorrência é bastante comum. A textura é, em geral, arenosa/média e média/argilosa, em alguns casos com presença de cascalhos, sendo muito visível o caráter abrupto. São profundos ou pouco profundos, verificando-se, com menor frequência solos rasos. Nos solos desenvolvidos a partir de sedimentos quaternários, no entanto, é fraco o desenvolvimento estrutural e a cerosidade, quando não ausente, ocorre apenas em grau fraco, sendo os solos identificados pela elevada relação textural. É frequente, também naqueles originados de arenitos, a ocorrência de horizonte Bt constituído por lamelas.
Glei Pouco Húmico distrófico (HGpd)	Essa classe compreende solos minerais hidromórficos, que apresentam horizonte glei subjacente a horizonte A do tipo moderado ou mesmo fraco. Difere fundamentalmente da classe <i>Glei Húmico</i> pela expressão do horizonte superficial, que no caso dos Gleys Pouco Húmicos é menos espesso ou mais claro. São característicos de locais planos e abaciados, sujeitos a alagamentos constantes ou periódicos. As condições anaeróbicas, resultantes da má drenagem do perfil, dão ao solo características de intensa gleização, resultantes dos processos de redução que se intensificam nessas condições. Originados de sedimentos muito recentes referidos ao Quaternário, são normalmente constituídos por camadas sedimentares de natureza heterogênea.

Continua...

Tabela 16. Continuação...

Classes	Caracterização
Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ) - (álícas - HAQa, distróficas HAQd)	Essas classes compreendem solos minerais hidromórficos, com sequência de horizontes A, C e com composição granulométrica nas classes texturais areia ou areia franca. Devido à localização de planície que ocupam, estão sujeitos a alagamento periódico, com presença de lençol freático próximo à superfície do terreno, conferindo-lhes características hidromórficas, apresentando mosqueados brancos e brunos-amarelados no horizonte C. Apresentam horizonte A moderado. Os solos álicos ocorrem principalmente em pequenas áreas nas várzeas de alguns rios e ribeirões, relacionados a aluviões atuais. Já os distróficos ocorrem mais sobre sedimentos quaternários da Formação Pantanal.
Areias Quartzosas álicas (AQa)	Essa classe compreende solos minerais não-hidromórficos, pouco evoluídos, de textura arenosa em toda a extensão do perfil e sequência de horizontes A, C. Apresentam horizonte A moderado e horizonte C de cores claras e avermelhadas em função do material de origem. São permeáveis, excessivamente drenados e sem estrutura desenvolvida ou muito fracamente, sendo constituídos basicamente por grãos simples. São, também, muito baixos os valores de soma de bases, além de, na maioria das vezes, ser elevada à saturação por alumínio. Possuem baixa capacidade de retenção de umidade, intensa lixiviação e elevada susceptibilidade à erosão, sobretudo quando sujeitos a fluxo de água concentrado, que pode provocar a instalação de grandes voçorocas.
Solos Litólicos (R) - (álícos - Ra, distróficos - Rd)	Essa classe compreende solos pouco desenvolvidos, rasos, constituídos de um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou B incipiente pouco espesso. Estão sempre relacionados a locais com relevo movimentado e bordas de platôs. Muito influenciados pelo material de origem, apresentam propriedades muito variadas, com textura arenosa e argilosa, sem cascalhos a muito cascalhentos, concrecionários ou não.

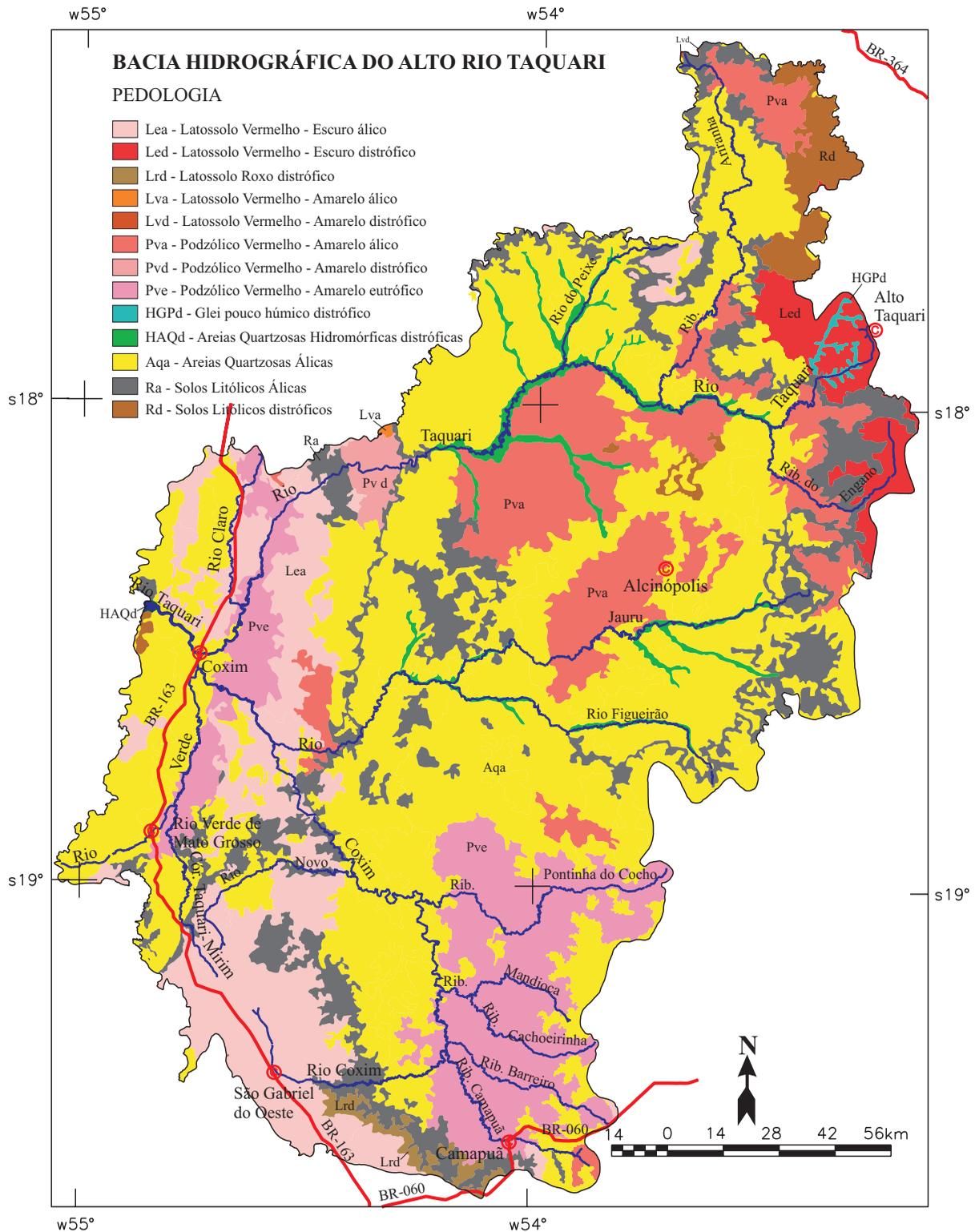


Figura 13. Unidades pedológicas mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Santos et al. (1997).

A aptidão agrícola das terras

A vocação das terras foi determinada pelo indicador aptidão agrícola. As informações usadas para construir o mapa desse indicador foram baseadas no PCBAP, com a finalidade de apontar o potencial agrícola das terras, para diferentes tipos de uso, e atender a uma relação custo/benefício favorável, sob o ponto de vista econômico e ambiental. O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola é o mesmo utilizado amplamente pela Embrapa e consiste na separação da terra em seis grupos de aptidão e seus subgrupos, baseando-se nos níveis de manejo adotado, nas classes de aptidão e na análise das condições agrícolas das terras.

Podem ser adotados os níveis de manejo A - agricultura com baixo nível tecnológico, B - agricultura com médio nível tecnológico, e C - agricultura com alto nível tecnológico; as classes de aptidão podem ser: Boa - terras sem limitações significativas para produção sob um determinado nível de manejo, Regular - terras com limitações moderadas para produção, sob um determinado nível de manejo; Restrita - terras com limitações fortes para produção sob um determinado nível de manejo, e Inapta - terras inadequadas para produção; na análise das condições agrícolas das terras são consideradas as características do meio ambiente, as propriedades químicas e físicas dos diferentes tipos de solos e a viabilidade de melhoramento dos seguintes fatores limitantes: deficiência de fertilidade natural (f), deficiência de água (h), excesso de água ou deficiência de oxigênio (o), susceptibilidade à erosão (e) e impedimentos à mecanização (m), admitindo para esses parâmetros os graus de limitação: Nulo (N), Ligeiro (L), Moderado (M), Forte (F) e Muito Forte (MF). A viabilidade de melhoramento das limitações é dividida nas seguintes classes: a) viável com práticas simples e custo baixo; b) viável com práticas intensivas e custo médio; c) viável somente com práticas de grande vulto e custo alto e; d) sem viabilidade técnica ou econômica de melhoramento.

No PCBAP não foram espacializadas as cartas de aptidão agrícola das terras, porém, para cada unidade de solo mapeada, encontra-se a indicação das classes de aptidão agrícola. Dessa maneira, utilizando as informações contidas em Santos et al. (1997) tais classes foram espacializadas na escala de 1:250.000, no escopo dessa pesquisa.

Para interpretação da vocação das terras, foi usado, como indicador primário, a aptidão agrícola. Nesse sentido, as terras da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari se enquadram em cinco diferentes grupos ou sete classes de aptidão agrícola, cujas caracterizações encontram-se na Tabela 17.

A maior parte (55,84%) da área da bacia foi enquadrada no grupo 4 com predomínio da classe 4(p) (Tabelas 17 e 18, Figura 14). Essa classe ocupa 46,64% da área estudada, cujas terras possuem aptidão restrita para pastagem plantada já no nível B - agricultura com médio nível tecnológico. No entanto, os dados sobre uso da terra, (capítulo 12, Tabela 31 e Figura 44) na Bacia, mostram a substituição da vegetação nativa por pastagens plantadas em grande parte do território e, conseqüentemente, nessas áreas com restrições. As Areias Quartzosas álicas (AQa) compõem praticamente 100% dessa área, que podem ocorrer em relevo plano, suave ondulado ou ondulado. As principais limitações ao cultivo de pastagens referem-se à deficiência de fertilidade natural do solo, deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à

Tabela 17. Grupos e classes de aptidão agrícola das terras na Bacia do Alto Taquari.

Grupo	Classe	Caracterização
2		Aptidão regular para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C.
	2ab(c)	Terras pertencentes às classes de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e restrita no nível C.
	2(b)c	Terras pertencentes às classes de aptidão regular para lavouras no nível de manejo A; restrita no nível B e inapta no nível C.
3		Aptidão restrita para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C.
	3(bc)	Terras pertencentes às classes de aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A.
4		Aptidão: boa, regular ou restrita para pastagem plantada considerando como tipo de utilização o nível de manejo B.
	4p	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para pastagem plantada.
	4(p)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para pastagem plantada.
5		Aptidão: boa, regular ou restrita para silvicultura e/ou pastagem natural, considerado como tipo de utilização dos níveis de manejo B e A, respectivamente.
	5(n)	Terras pertencentes às classes de aptidão restrita para pastagem natural e inapta para silvicultura.
6		Sem aptidão para uso agrícola.
	6	Terras sem aptidão para uso agrícola; indicadas para preservação de flora e fauna.

Tabela 18. Quantificação dos grupos e classes de aptidão agrícolas mapeadas na Bacia do Alto Taquari.

Grupo	Área		Classe	Área	
	km ²	%		km ²	%
2	4.967,50	17,58	2ab(c)	737,58	2,63
			2(b)c	4.229,92	15,08
3	3.066,53	10,94	3(bc)	3.066,53	10,93
4	15.635,99	55,84	4p	2.576,25	9,19
			4(p)	13.059,74	46,57
5	653,36	2,33	5(n)	653,36	2,33
6	3.722,81	13,29	6	3.722,81	13,27
Total	28.046,19	100,00		28.046,19	100,00

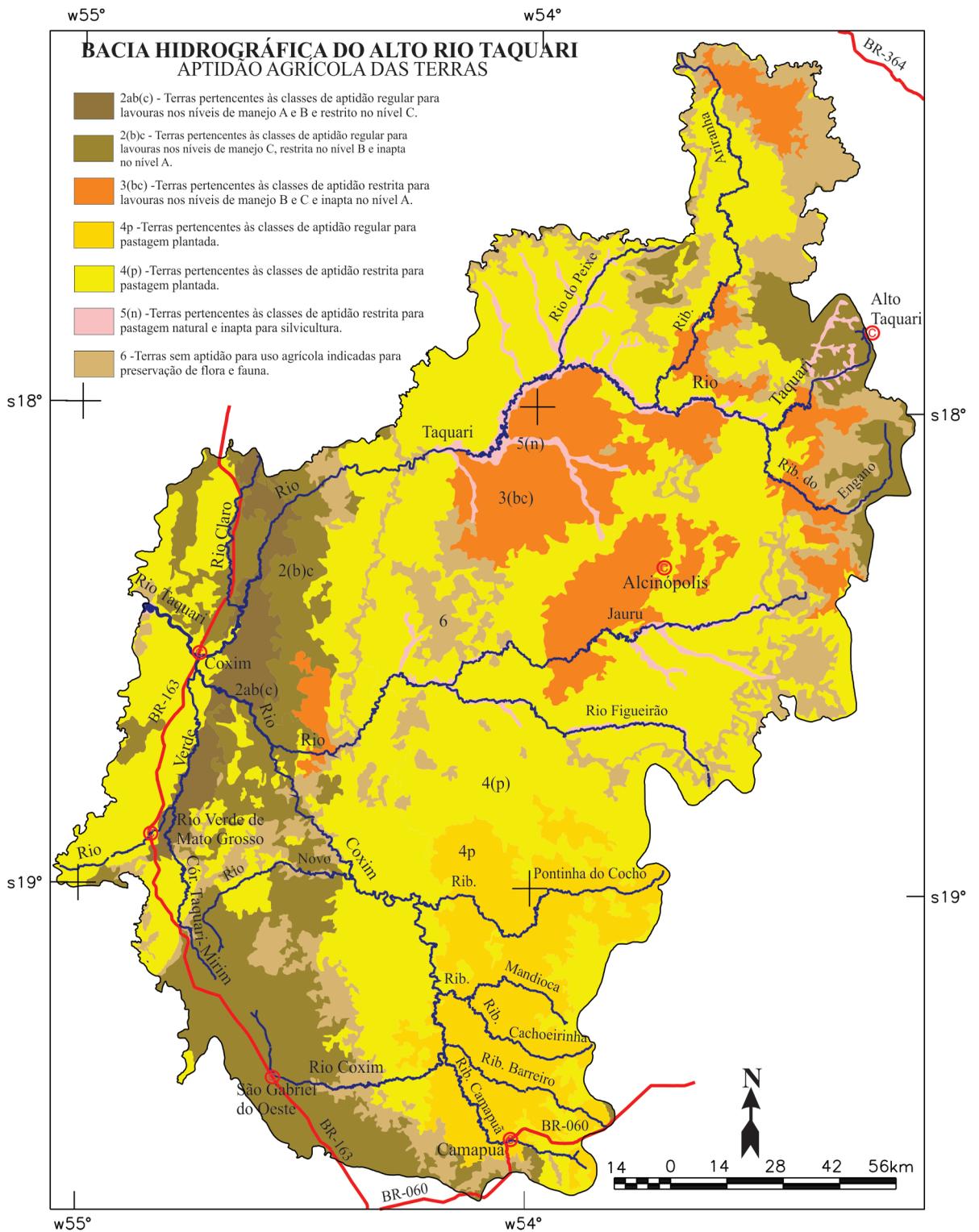


Figura 14. Aptidão agrícola das terras mapeada na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Santos et al. (1997).

mecanização, esta última, principalmente nos relevos ondulados. Tais limitações podem ser concomitantes ou não.

A classe 4p, cujas terras apresentam aptidão regular para pastagem plantada, também se encontra igualmente tomada por esse tipo de cultivo. Observa-se na Figura 14 que essa classe localiza-se no sudeste da bacia, Município de Camapuã, sobre as mesmas áreas, com graves problemas de erosões e assoreamentos, já apontados neste capítulo e no capítulo sobre Geomorfologia. Essa classe é composta pelo Solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (unidade Pve1), com textura média e arenosa sobre relevo suave ondulado ou ondulado, apresentando as mesmas limitações ao cultivo de pastagem que a classe 4(p).

Praticamente 100% da área agrícola encontra-se instalada nas terras da classe 2(b)c, com aptidão regular para lavouras no nível de manejo A, restrita no nível B e inapta no nível C. Essa classe é formada pelos melhores solos da região, os Latossolos, com textura média, textura argilosa e textura muito argilosa, em relevo plano ou suave ondulado. Mesmo assim, pode apresentar, concomitante ou não, limitações à agricultura, tais como deficiência de fertilidade natural do solo, deficiência de água e impedimentos à mecanização. Mesmo sendo solos pouco susceptíveis à erosão, observam-se voçorocas nessas áreas. É possível que isso ocorra devido a maior proporção de areia em alguns Latossolos e também devido à exposição do solo nu por algum período inadequado.

Na Tabela 19, observa-se a aptidão agrícola das terras associada aos diferentes tipos de solos, bem como informações sobre o horizonte A, a textura, o relevo e os principais fatores limitantes ao uso agrícola dessas terras. Para melhor compreensão dessas associações, elaborou-se a Tabela 20 com as descrições das abreviaturas utilizadas.

Tabela 19. Aptidão dos solos e principais fatores limitantes ao uso agrícola das terras da Bacia do Alto Taquari.

Classes de solo	Unidades de solo	Horizonte A	Textura	Relevo	Principais limitações	Aptidão agrícola
Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa)	LEa1	moderado	marg.	p	f, h	2(b)c
	LEa2	moderado	arg., marg.	so, p	f, h, m	2(b)c
	LEa3	moderado	arg.	p	f, h	2(b)c
	LEa4	moderado	arg., média	p, so	f, h	2(b)c
	LEa6	moderado	arg.	so	f, h, m	2(b)c
	LEa7	moderado	arg.	so	f, h, m	2(b)c
	LEa8	moderado	arg., média	p, so	f, h	2(b)c
	LEa10	moderado	média, arg.	so	f, h, m	2(b)c
	LEa13	moderado	média	p, so	f, h	2(b)c
	LEa15	moderado	média.	so, p	f, h, m	2(b)c
Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd)	LEd1	moderado	arg., marg.	p, so	f, h	2(b)c
	LEd11	moderado	arg., média	p, so	f, h	2(b)c
Latossolo Roxo distrófico (LRd)	LRd3	Chernozêmico	arg., marg.	so	f, h, m	2(b)c

Continua...

Tabela 19. Continuação...

Classes de solo	Unidades de solo	Horizonte A	Textura	Relevo	Principais limitações	Aptidão agrícola
Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa)	LVa2	moderado	arg.	so	f, h, m	2(b)c
	LVa6	moderado	média	so	f, h, m	2(b)c
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVd)	LVd8	moderado	média	p, so	f, h	2(b)c
Podzólico Vermelho-Amarelo álico (Pva)	PVa5	moderado	média	so, on	f, h, e, m	3(bc)
	PVa12	moderado	ar, média	so	f, h, m	3(bc)
	PVa13	moderado	ar, média	so	f, h, m	3(bc)
Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (Pvd)	PVd28	moderado	ar, média	so	f, h, m	4(p)
Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe)	PVe1	moderado	ar, média	so, on	f, h, e, m	4p
	PVe6	moderado	ar, média	p, so, on	h, e, m	2ab(c)
Glei Pouco Húmico distrófico (HGpd)	HGpd1	moderado	arg.	p, so	f, o	5(n)
Areias Quartzosas Hidromórficas álicas (HAQa)	HAQa2	moderado	ind.	so	f, o	5(n)
	HAQa3	moderado	ind.	so	f, o	5(n)
Areias Quartzosas Hidromórficas distróficas (HAQd)	HAQd2	moderado	ind.	p	f, o	5(n)
Areias Quartzosas álicas (AQa)	AQa2	moderado	-	p, so	f, h, m	4(p)
	AQa3	moderado	média	p, so	f, h, m	4(p)
	AQa4	moderado	média	p, so	f, h, m	4(p)
	AQa5	moderado	média	p, so	f, h, m	4(p)
	AQa7	moderado	are., média	p, so	f, h, m	4(p)
	AQa11	moderado	média	so, p	f, h, e	4(p)
	AQa12	moderado	are., média	so, p	f, h, e	4(p)
	AQa13	moderado	-	so	f, h, e	4(p)
	AQa17	moderado	are., média	so	f, h, e	4(p)
	AQa18	moderado	are., média	so	f, h, e	4(p)
	AQa19	moderado	-	so	f, h, e	4(p)
	AQa20	moderado	are.	so	f, h, e, m	4(p)
	AQa23	moderado	Ind. are., média	so, on	f, h, e, m	4(p)
Solos Litólicos álicos (Ra)	Ra3	moderado	are.	on	f, h, e, m	6
	Ra5	moderado	are., média	fo	f, h, e, m	6
Solos Litólicos distróficos (Rd)	Rd3	moderado	média	fo	f, h, e, m	6
	Rd8	moderado	ind.	fo	f, h, e, m	6
	Rd12	moderado	ind.	esc., fo	f, h, e, m	6

Tabela 20. Descrição das abreviaturas utilizadas para descrever a aptidão dos solos e principais fatores limitantes ao uso agrícola das terras da Bacia do Alto Taquari na Tabela 19.

Fator	Tipo	Abreviatura	Descrição
Textura	Arenosa	ar	Composições granulométricas correspondentes às classes texturais areia e areia franca, isto é, que satisfazem a equação: % areia -% silte > 70%.
	Média	me	Composições granulométricas com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.
	Argilosa	ag	Composições granulométricas com 35 a 60% de argila.
	Muito argilosa	ma	Composições granulométricas com mais de 60% de argila.
	Indiscriminada	in	Composições não enquadradas em nenhuma das classificações anteriores.
Relevo	Plano	p	Superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividade entre 0 e 3%.
	Suave ondulado	so	Superfície de topografia pouco movimentada apresentando declives suaves da ordem de 3 a 8%.
	Ondulado	on	Superfície de topografia pouco movimentada apresentando declives moderados da ordem de 8 a 20%.
	Forte ondulado	fo	Superfície de topografia movimentada com declives fortes, variáveis entre 20 e 45%.
	Montanhoso	mo	Superfície de topografia vigorosa, que apresenta desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes, variáveis entre 45 e 75%. Ressalta-se que esse tipo de relevo não foi encontrado na bacia.
	Escarpado	es	Superfícies muito íngremes, com vertentes de declives muito fortes, que ultrapassam 75%.
Limitações	Fertilidade	f	Deficiência de fertilidade natural.
	Água	h	Deficiência de água.
	Oxigênio	o	Excesso de água ou deficiência de oxigênio.
	Erosão	e	Susceptibilidade à erosão.
	Mecanização	m	Impedimentos à mecanização.

A vulnerabilidade ambiental

A vulnerabilidade ambiental foi determinada pela erosão potencial hídrica laminar, cuja estimativa foi baseada no estudo sobre produção de sedimento elaborado para o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai por Risso et al. (1997), e no estudo desenvolvido por Galdino et al. (2003).

A erosão potencial hídrica laminar é a “vocação natural que um determinado meio físico tem de perder solo pela a o da chuva e da enxurrada associada, considerando que a superfície desse ambiente não possui nenhuma cobertura natural ou artificial para protegê-la” (RISSO et al., 1997). Para obten o de mapas dessa natureza, utilizaram-se os fatores da Equa o Universal de Perda de Solos (USLE) que não estão associados ao grau de cobertura do solo. Tais fatores foram a erosividade da chuva (R), a erodibilidade do solo (K) e o fator topográfico (LS), onde L   o comprimento de rampa e S   o gradiente de declividade.

Além dos fatores R, K e LS, ela utiliza, ainda, os fatores de uso e manejo de solo e cobertura vegetal (C e P). A USLE é um modelo multiplicativo em que todos os parâmetros têm o mesmo peso e a estimativa de erosão é diferenciada em função da amplitude de variação de cada parâmetro da equação. Dessa forma, o fator A, calculado pela equação $A = R.K.L.S.C.P$, representa a estimativa da média anual de perda de solo causada por erosão laminar, e é expresso em t/(ha.ano).

Os fatores utilizados na Equação Universal de Perda de Solos são descritos por Risso et al. (1997) e calculados para a Bacia do Alto Taquari por Galdino et al. (2003). Os dados altimétricos foram obtidos das cartas topográficas na escala de 1:100.000; os dados pedológicos foram obtidos dos mapas de solo na escala de 1:250.000; e os dados de chuvas obtidos dos postos pluviométricos da região.

Conforme já evidenciada no levantamento do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Solos e Recursos Hídricos), a vulnerabilidade ambiental da bacia está concentrada na intensa perda de solo causada pela erosão laminar, principalmente nas regiões de solos Podzólicos e Areias Quartzosas, sobre relevo de dissecação forte e muito forte. Nesse sentido, a vulnerabilidade ambiental foi determinada pela erosão potencial hídrica laminar, cuja estimativa foi extraída de Galdino et al. (2003), baseada nos fatores utilizados na Equação de USLE.

A erosividade média anual das chuvas (R) calculada para a bacia foi de 7.914,3 $Mj\ mm\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, variando entre 7.000 a 9.000 $Mj\ mm\ ha^{-1}\ ano$. A erodibilidade do solo (K) estimado para a bacia foi de 0,0356 $t\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ e, segundo Galdino et al. (2003), os valores de K encontrados para os municípios e as sub-bacias não variaram muito em relação a essa média. Os solos mais erodíveis são as Areias Quartzosas (AQ e HAQ), os Litólicos (R) e os Podzólicos Vermelho Amarelo (PV), que juntos representam 82,59% do território. As Areias Quartzosas são de ampla dispersão pela bacia, enquanto que os Podzólicos Vermelho-Amarelos são encontrados na Sub-bacia do Rio Jauru e na Sub-bacia do Rio Coxim, na área frágil do município de Camapuã. Já os Litólicos concentram-se nas áreas de cabeceiras e nas encostas da transição. Na Tabela 21, podem ser observadas as variações da erodibilidade dos solos existentes na bacia e suas relações com a área ocupada.

O fator topográfico LS foi o que apresentou maiores variações na bacia segundo Galdino et al. (2003) e, portanto, foi o que mais influenciou na distribuição da perda de solo potencial. As estimativas do potencial de erosão hídrica laminar ou perda potencial de solo, bem como o fator topográfico LS, foram elaboradas para a bacia, municípios e classes de solos, e podem ser verificadas na Tabela 22.

Estimou-se o valor médio do potencial de erosão na bacia em 555,6 $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ (Tabela 22), que seria equivalente à capacidade da bacia produzir aproximadamente 1,6 bilhões de t de sedimentos anualmente. Camapuã, Coxim, Pedro Gomes e São Gabriel do Oeste são os únicos municípios com potencial de erosão abaixo da média da bacia, sendo que o município de Coxim possui o menor valor médio de potencial erosivo (291,4 $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$). Por outro lado, o município de Alto Araguaia, com um valor médio de potencial erosivo de 990,0 $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, é o município com maior chance de ocorrência de erosão. Entre as sub-bacias da Bacia do Alto Taquari, o potencial de erosão não variou muito em relação à média.

Tabela 21. Erodibilidade dos solos (Fator K) da Bacia do Alto Taquaril.

Classes de solo	Bases	% de ocorrência	K* (t h Mj ⁻¹ mm ⁻¹)	Grau**
Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	a-d	14,45	0,015	B
Latossolo Roxo (LR)	d	0,59	0,019	B
Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	a-d	0,04	0,016	B
Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)	a-d-e	23,44	0,029	F
Glei Pouco Húmico (HGP)	d	0,20	0,004	MB
Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ)	a-d	2,13	0,048	MF
Areias Quartzosas (AQ)	a	45,87	0,046	MF
Solos Litólicos (R)	a-d	13,28	0,037	MF

Obs.: Bases: álica (a), distrófica (d), eutrófica (e); Graus de erosão: baixo (B), forte (F), muito baixo (MB), muito forte (MF).

Fonte: Galdino et al. (2003)*, Risso et al. (1997)**.

Tabela 22. Valores médios do fator topográfico (LS) e da erosão potencial em diferentes recortes: bacia, municípios e classes de solos.

Região	LS	Erosão Potencial (t/(ha.ano))
Bacia		
Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari	-	555,6
Municípios		
Coxim	1,04	291,4
Camapuã	1,41	423,6
São Gabriel do Oeste	1,86	468,8
Pedro Gomes	1,61	509,5
Alcinópolis	2,07	601,2
Alto Taquari	2,61	650,2
Rio Verde	2,68	738,3
Costa Rica	2,50	788,5
Alto Araguaia	3,22	990,0
Classe de solo		
Glei Pouco Húmico (HGP)	0,72	24,4
Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	0,96	109,7
Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)	0,98	220,5
Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQ)	0,66	253,8
Latossolo Roxo (LR)	1,96	269,9
Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	3,28	447,0
Areias Quartzosas (AQ)	1,36	498,0
Litólico (R)	6,12	1.839,6

Fonte: Adaptado de Galdino et al. (2003).

As áreas de solos Litólicos (R), por localizarem-se principalmente em relevo bastante íngreme (LS = 6,12), apresentaram o valor médio potencial de erosão de 1.839,6 t ha⁻¹ ano⁻¹. As Areias Quartzosas (AQ) e os Latossolos Vermelho-Amarelos (LV) possuem potencial de erosão altos e muito próximos, com 498 e 447 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. No caso das Areias Quartzosas, o fator LS parece ter influenciado pouco, em detrimento das texturas médias ou arenosas desses solos. Já no caso dos Latossolos, com predominância de textura argilosa, tudo indica que houve uma acentuada influência do relevo, com fator LS = 3,28, ou 135% maior que o LS das Areias Quartzosas.

A Figura 15 mostra a distribuição do potencial de erosão hídrica laminar dos solos da bacia, podendo ser interpretado de maneira quantitativa e qualitativa. Esse mapa foi elaborado conforme a classificação qualitativa do grau de erosão hídrica, associado ao valor da erosão potencial mostrada na Tabela 23.

Tabela 23. Classificação do grau de erosão hídrica laminar na Bacia do Alto Taquari.

Erosão potencial (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Grau de erosão	% de área na BAT
< 10	Nenhuma ou ligeira	0,10
10 – 50	Moderada	31,15
50 – 200	Alta	24,04
> 200	Muito alta	44,71

Fonte: Adaptado de FAO, UNEP e Unesco (1980) citado por Galdino et al. (2003).

A perda média de solo na Bacia do Alto Taquari, em 1994, foi estimada em 70,39 t ha⁻¹ ano⁻¹ ou 197,4 milhões de t anuais, cujo mapa de distribuição dessa perda pode ser visualizado na Figura 16. De acordo com a classificação do grau de erosão hídrica proposta na Tabela 23, esse valor de perda de solo corresponde a um grau de erosão alto (50 a 200 t ha⁻¹ ano⁻¹). Baseado nas informações de Galdino et al. (2003), foi construída a Tabela 24, onde podem ser verificados os percentuais de área com ocorrência de perda de solo, associados aos graus de erosão. Observa-se que aproximadamente 30% da área da bacia tiveram perda de solo com grau de erosão alto a muito alto. Alto Araguaia foi o município que apresentou maior perda de solo em 1994 (144,81 t ha⁻¹ ano⁻¹), seguido por Alto Taquari (104,3 t ha⁻¹ ano⁻¹), Costa Rica (98,31 t ha⁻¹ ano⁻¹) e Rio Verde de Mato Grosso (92,86 t ha⁻¹ ano⁻¹).

Tabela 24. Área com ocorrência de perda de solos, associada aos graus de erosão hídrica laminar na Bacia do Alto Taquari.

Área da Bacia do Alto Taquari (%)	Grau de erosão
41,37	Nenhum ou ligeiro (< 10 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
29,00	Moderado (10 - 50 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
21,88	Alto (50 a 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
7,75	Muito alto (> 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)

Fonte: Adaptado de Galdino et al. (2003).

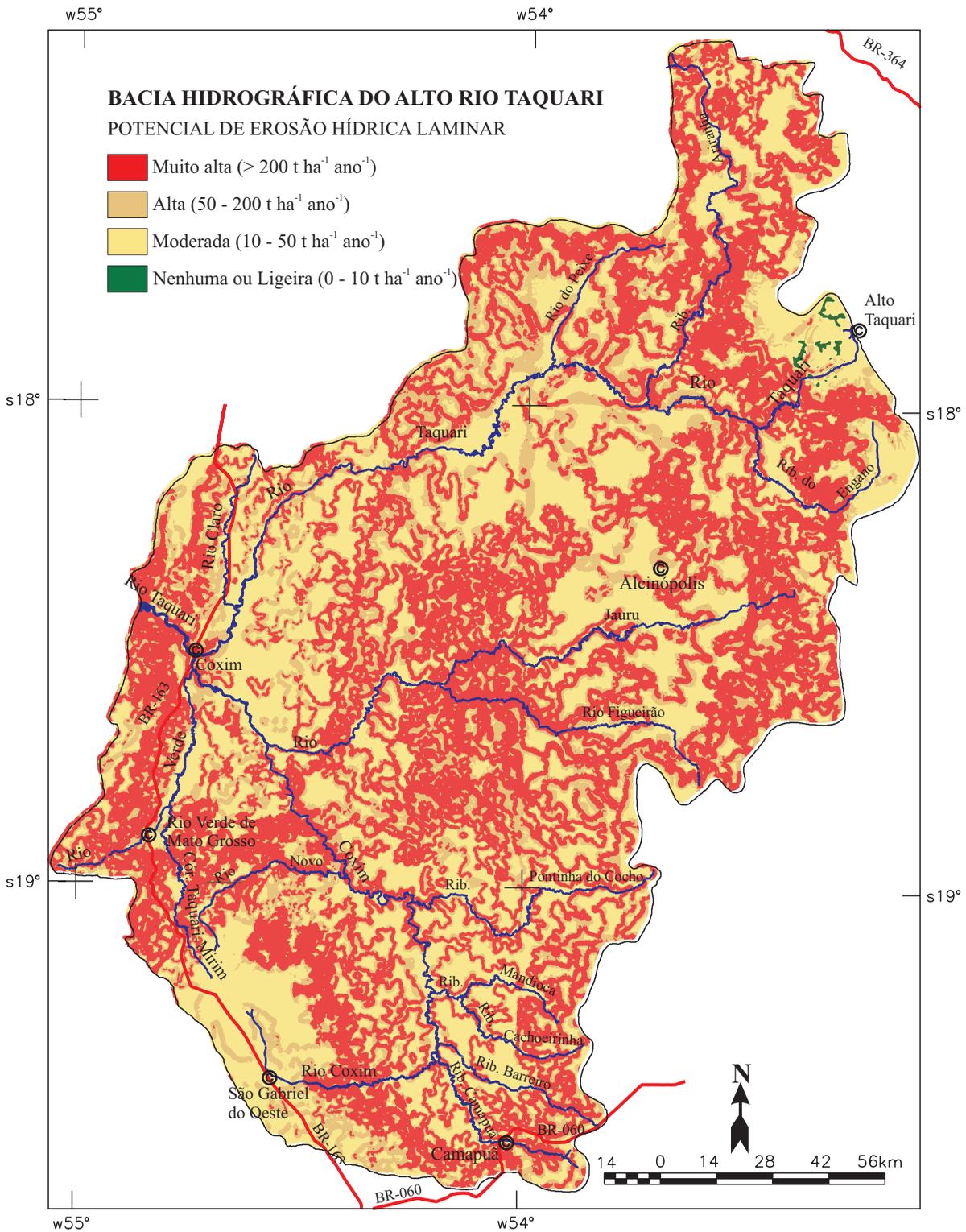


Figura 15. Potencial de erosão hídrica laminar na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Galdino et al. (2003).

Não é objetivo deste livro analisar a eficiência do modelo utilizado para estimar a perda de solo, mas fica aqui uma ressalva. A estimativa do potencial da erosão é de $555,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, porém, até 1994, com uma perda de 58% da cobertura vegetal natural a perda de solo estimada foi de apenas $70,39 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em média. Então ficam as perguntas: Os valores dos parâmetros utilizados para estimar o potencial de erosão são adequados para essa região? Os valores dos parâmetros utilizados para estimar a perda de solo em 1994 são adequados para essa região? Será que o fator de cobertura não está subdimensionado? O fator de prática de conservação de solo está mal dimensionado ou as práticas adotadas são eficientes? Reconhecidamente, as regiões de Camapuã e Alcinópolis são grandes produtoras de sedimentos, então, por que isso não ficou evidenciado no mapa de perda de solo?

Capítulo 8

Características e qualidade dos recursos hídricos

Os recursos hídricos foram caracterizados com base nas variáveis físicas, químicas e biológicas e agrupados quanto aos aspectos de geomorfometria e hidrologia, de hidrossedimentologia e da qualidade da água superficial.

Parte das informações desse tema foi baseada nos estudos envolvendo recursos hídricos do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (BORGES et al., 1997b; RISSO, 1997 e TUCCI et al., 1997), desenvolvidos no tema Hidrossedimentologia, pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH). Tais estudos visavam caracterizar os processos hidrossedimentológicos, quantificá-los, desenvolver propostas e indicar meios para controle de alguns de seus componentes. A essas referências foram acrescentadas outras, tais como, Carvalho (1994), Collischonn et al. (2001), Martorano et al. (2002), Mato Grosso do Sul (1999), Oliveira e Calheiros (1998) e Padovani et al. (1998).

Baseado nesses autores, dados geomorfométricos, tais como altitude (mínima, máxima e média) da Bacia do Alto Taquari, comprimento total da rede de drenagem, densidade da rede de drenagem, declividade média das vertentes são apresentados, bem como informações sobre vazões, descargas sólidas (sedimentos em suspensão) e concentração de sedimentos suspensos. São apresentados, também, valores de alguns parâmetros sobre qualidade das águas superficiais, tais como temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade, alcalinidade, dióxido de carbono livre, transparência da água, clorofila total e os níveis atuais da qualidade das águas superficiais, baseado no IQA.

Geomorfometria e hidrologia

As nascentes do Rio Taquari são formadas na Chapada das Emas e no Planalto do Taquari, adjacente à cidade de Alto Taquari, MT, a algumas centenas de metros do divisor de água com a Bacia do Rio Araguaia. Segundo Martorano et al. (2002), esse rio possui 787 km de extensão, nasce numa altitude de 860 m e percorre cerca de 40 km até entrar em Mato Grosso do Sul. Seus dois principais afluentes, ainda no planalto, são o Rio Jauru, que tem suas nascentes também na Chapada das Emas (Serra das Araras), e o Rio Coxim, que tem suas nascentes na Chapada de São Gabriel, localizada no Planalto de Maracaju-Campo Grande, próxima à cidade de São Gabriel do Oeste.

O Rio Taquari passa pelos municípios de Alto Taquari, Alcinópolis, Pedro Gomes, Rio Verde e Coxim, sendo divisor entre estes dois últimos municípios. A Bacia do Alto Rio Taquari foi subdividida em três importantes sub-bacias (Figura 17), de acordo com seus maiores rios, que são a do próprio Rio Taquari, do Rio Coxim e a do Rio Jauru, cujas áreas e percentuais foram quantificados em 12.304,7 km² (43,87%), 9.414,3 km² (33,57%) e 6.327,2 km² (22,6%), respectivamente.

Algumas características geomorfológicas da bacia foram levantadas por RISSO (1997) que utilizou dados altimétricos das cartas 1:100.000 e Modelos Numéricos do Terreno (MNT). As medidas de altitudes mínima, média e máxima da bacia foram calculadas em 200, 460 e 904 metros, respectivamente. O coeficiente de compactidade dessa bacia é 1,59, o que significa que ela está próxima da forma circular (igual a 1). Quanto mais próximo de 1 for esse coeficiente, maior é o grau de inundação da bacia.

O comprimento total da rede de drenagem, dividido pela área da bacia, resulta no valor que representa a densidade de drenagem, a qual é inversamente proporcional ao escoamento superficial. Para a Bacia do Alto Taquari, o mesmo autor calculou em 2.906 km o comprimento total da rede de drenagem e 0,10 km/km² foi o valor encontrado para a densidade de drenagem, que pode ser considerado baixo quando se tem, mais comumente, densidades de bacias hidrográficas variando entre valores de 0,5 a 3,5 km/km². O comprimento médio das vertentes e a declividade média das vertentes foram também calculados por RISSO et al. (1997), resultando nos valores de 4.624 m e de 1% (10 m/km) respectivamente. A partir dos dados de comprimento e declividade médios das vertentes obtêm-se o fator de suscetibilidade topográfica à erosão hídrica superficial, que para a bacia é de 0,6, significando médio potencial, quando comparado com a Bacia do Alto Rio Paraguai.

A classificação de rios de Davis, segundo Christofolletti (1980), citado por Alvarenga, (1984), considera a linha geral do escoamento dos cursos com relação à inclinação das camadas geológicas. Segundo esse critério, o Rio Taquari, que escoar no sentido inverso às camadas, é dito obsequente. Numa análise morfométrica, segundo a ordenação dos cursos de água de Strahler (CHRISTOFOLLETTI, 1980), o Rio Taquari se apresenta como um rio de 5ª ordem após a confluência com o Rio Coxim (4ª ordem). No Pantanal, o Rio Taquari que é afluente do Rio Paraguai, forma um cone aluvial apresentando uma drenagem que deflui, cujo escoamento superficial segue em direção aos Rios Itiquira e Negro.

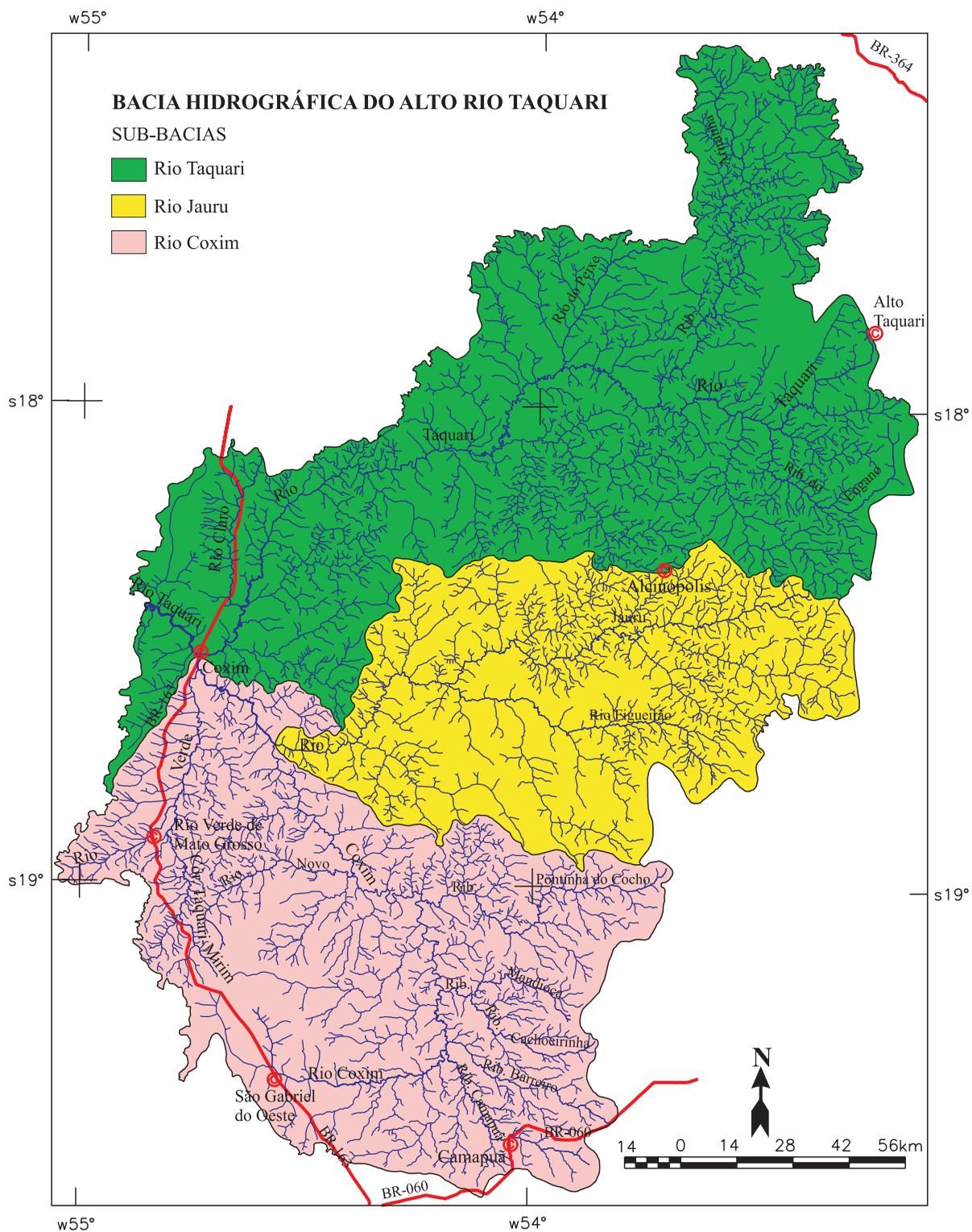


Figura 17. Principais sub-bacias formadoras da Bacia do Alto Rio Taquari.

O comportamento hidrológico anual na bacia é caracterizado por uma seca máxima que ocorre em agosto/setembro, e pelo início das chuvas que ocorre em outubro e se intensifica de novembro a março. Existe uma relação direta entre a vazão e a precipitação na alta Bacia do Rio Taquari. Isso pode ser observado na Figura 18, elaborada por Tucci et al. (1997), com dados médios obtidos na estação da cidade de Coxim. A vazão dominante em Coxim é de 586,6 m³/s, no entanto, essa vazão pode variar muito em função de mudanças de períodos plurianuais de seca e de cheia. A vazão média observada em Coxim num período de seca (1966-1973) foi de 196,8 m³/s, e num período de cheia (1973-1984) a vazão média foi de 402,2 m³/s.

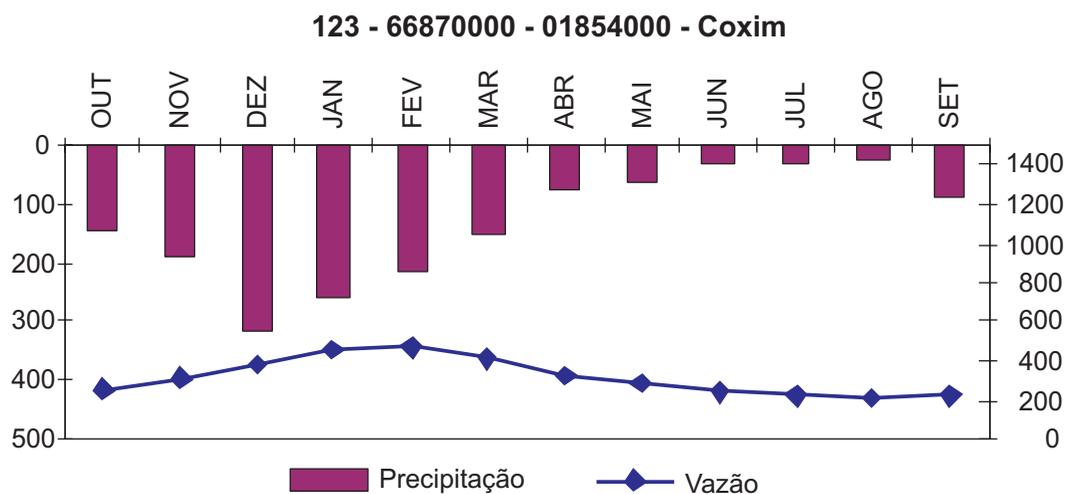


Figura 18. Precipitação e vazão médias mensais para a estação 123 – Rio Taquari (Coxim).

Fonte: Tucci et al. (1997).

Hidrossedimentologia

A Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari pertence a um conjunto de bacias que apresenta os segundos maiores riscos de erosão de toda a Bacia do Alto Paraguai (RISSO et al., 1997) sendo que suas vertentes são predominantemente revestidas por solos muito arenosos.

Na caracterização hidrossedimentológica da Bacia do Alto Taquari, Carvalho (1994) cita que, considerando as medidas de sedimentos em suspensão, a produção específica mínima equivale a 273 t/km²/ano, resultando numa produção de sedimentos da ordem de 7.381.920 t/ano.

Utilizando as informações de Borges et al. (1997b), estima-se a descarga sólida total (sedimentos em suspensão) específica média da bacia em 251,6 t/km²/ano; já nas cabeceiras do Rio Taquari a produção atinge um máximo da ordem de 365 t/km²/ano, decrescendo de leste para oeste ainda no planalto, até 219 ton/km²/ano, e atinge 73 t/km²/ano quando este alcança a faixa de influência do Rio Paraguai, na planície, fora da alta bacia. Considerando a descarga média, teríamos, então, uma produção de sedimentos da ordem de 7.046.310 t/ano.

Oliveira e Calheiros (1998) e Padovani et al. (1998) também estudaram a questão de sedimentos em suspensão na bacia. Para o cálculo da descarga sólida, o primeiro utilizou amostras em várias posições da coluna d'água e o segundo utilizou apenas uma amostra da coluna, presumivelmente a profundidade média. Padovani et al. (1998) estimaram a produção de sedimentos em 466,97 t/km²/ano, obtendo uma produção de sedimentos estimada em 13.077.950 t/ano. Ressalta-se, nessa estimativa, a grande diferença no cálculo da produção de sedimento quando comparada com outros autores, provavelmente em função do método utilizado. Na pesquisa de Oliveira e Calheiros (1998), não é apresentada a estimativa para a bacia com um todo, mas é apresentada por sub-bacias e pode ser observada na Tabela 25.

Tabela 25. Vazão (m³/s), concentração de sedimentos (C em mg/L) e descarga de sedimentos em suspensão total (SST em t/dia) nas três sub-bacias da Bacia do Alto Taquari.

Estações amostrais	Oliveira e Calheiros (1998), média na vazante/seca, entre 12/95 a 05/97			Oliveira e Calheiros (1998), média na enchente/cheia, entre 12/95 a 05/97			Padovani et al (1998), média anual no período de 04/95 a 04/97		
	Vazão	C	SST	Vazão	C	SST	Vazão	C	SST
Taquari	58,6	147,05	2.174,8	289,2	175,81	4.398,5	233	633	21.245
Jauru	58,4	144,02	756,1	117,7	331,37	3.575,5	97	607	8.106
Coxim	53,3	373,71	1.700,9	141,2	647,71	6.793,2	81	998	12.910

Qualidade das águas superficiais

Estudos sobre características da qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari são poucos. Uma caracterização geral da bacia pode ser vista na pesquisa desenvolvida pela Embrapa Pantanal, publicada por Oliveira e Calheiros (1998); uma proposta de enquadramento dos corpos de água e relatórios de qualidade das águas superficiais elaborados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso do Sul (Sema-MS) podem ser encontrados em Mato Grosso do Sul (1995, 1999, 2000).

Alguns aspectos da qualidade das águas superficiais da bacia, segundo Oliveira e Calheiros (1998), são mostrados na Tabela 26. As amostras foram obtidas no período de dezembro de 1995 a maio de 1997, em quatro estações identificadas por: a) Rio Taquari na cidade de Coxim, b) Rio Taquari pouco antes da confluência com o Rio Coxim, c) Rio Jauru antes da confluência com o Rio Coxim e d) Rio Coxim antes da confluência com o Rio Jauru.

Segundo Mato Grosso do Sul (1999), a Deliberação CECA/MS n° 003 de 20.06.97 estabelece o enquadramento dos corpos d'água do Mato Grosso do Sul em classes de uso, bem como os padrões de emissão dos efluentes. As classes de uso dessa deliberação seguem aquelas estabelecidas na Resolução Conama n° 20/86 de 18.06.86. No que se refere aos valores dos padrões de qualidade de água e dos padrões de emissões, a Sema-MS adota os mesmos valores para o Estado de São Paulo, baseado nos estudos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Am-

Tabela 26. Valores máximos e mínimos de oito parâmetros de qualidade das águas superficiais na Bacia do Alto Taquari, no período de 1995-1997.

Estações	T(oC)	O.D. (mg/L)	pH	Condt. (S/cm)	Alc. (meq/L)	CO ₂ L (mg/L)	Secchi (m)	Chl.tot. (g/L)
a- Rio Taquari	24-27	7,3-6,7	6,0-6,2	17-21	0,15-0,23	12,9-14,3	0,2-0,4	0,9-1,6
b- Rio Taquari	24-30	6,7-7,8	6,2-7,2	31-53	0,34-0,68	1,8-6,8	0,2-0,4	0,0-2,5
c- Rio Jauru	21-29	6,6-8,0	6,1-7,5	16-28	0,21-0,26	0,8-10,0	0,12-0,46	0,0-2,8
d- Rio Coxim	22-29	6,8-8,2	6,2-7,0	17-20	0,17-0,21	1,8-12,7	0,14-0,46	0,0-2,6

Fonte: Oliveira e Calheiros (1998).

T = temperatura da água, O.D. = oxigênio dissolvido, Condt. = condutividade, Alc. = alcalinidade, CO₂L = dióxido de carbono livre, Secchi = transparência da água, Chl.tot. = clorofila total.

biental (CETESB) (Lei nº 997, de 31.05.76, com redação dada pela Lei nº 8.943, de 29.09.94, do Estado de São Paulo) visto que esses valores não variam de Estado para Estado (MATO GROSSO DO SUL, 1995). Os rios da Bacia do Alto Taquari foram enquadrados na classe 2 ou na classe especial.

Com base no estudo sobre enquadramento dos corpos d'água, a Sema-MS implantou a rede básica de monitoramento da qualidade das águas dos rios da Bacia do Alto Rio Taquari em abril de 1994 e, a partir dessa época, a qualidade da água presente nos rios passou a ser acompanhada sistematicamente por coletas mensais e bimestrais. Esse monitoramento é operacionalizado pelo Centro de Controle Ambiental, em oito estações de coletas (Tabela 27) localizadas nos rios Taquari, Taquari-Mirim, Verde e Coxim, amostrando 18 indicadores, dos quais, os nove listados a seguir são utilizados para elaborar o Índice de Qualidade das Águas (IQA).

- Temperatura da Água
- pH
- Oxigênio Dissolvido (OD)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Tabela 27. Localização das estações de coleta dos parâmetros da qualidade das águas.

Rio	Estação de coleta	Localização
Taquari	TQ2481	Cachoeira das Palmeiras
	TQ2441	À jusante do perímetro urbano da cidade de Coxim
Verde	RV2020	À montante do balneário 7 Quedas (3 km pela Rodovia MS-247)
	RV2008	À jusante do lançamento do Frigorífico River Ltda (Rodovia BR-163)
Taquari-Mirim	TM2000	Na foz
Coxim	CX0266	Na nascente (fundos da suinocultura Pinesso - Fazenda Monte Azul)
	CX2176	À jusante da foz do ribeirão Camapuã
	CX2000	Na foz

Fonte: Mato Grosso do Sul (1999).

- Coliformes Fecais
- Nitrogênio Total Kjeldahl
- Fosfato Total
- Turbidez
- Resíduo Total

O IQA indica se a qualidade da água é adequada ou não aos usos pretendidos, isto é, preservação dos sistemas hídricos e atendimento à classificação dos corpos d'água, segundo a seguinte escala:

- 80 a 100 = qualidade ótima
- 52 a 79 = qualidade boa
- 37 a 51 = qualidade aceitável
- 20 a 36 = qualidade ruim
- 0 a 19 = qualidade péssima

Na Figura 19, observa-se os níveis de qualidade das águas superficiais na Bacia do Alto Taquari, baseados no IQA, para os anos de 1997/1998, associados aos cursos d'água monitorados pela SEMA-MS. Verifica-se que a qualidade das águas superficiais da bacia nesse período foi enquadrada entre ruim, aceitável e boa.

Numa tentativa de espacialização dos resultados do IQA, os níveis da qualidade das águas obtidos em cada trechos dos rios foram extrapolados para suas respectivas bacias de drenagens, e apresentados na Figura 20. Essa extrapolação em área baseia-se no fato de que grande parte dos eventos que ocorrem numa bacia hidrográfica tem seus reflexos nos cursos d'água.



Figura 19. Níveis da qualidade das águas superficiais em 1997/1998 encontrados na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Mato Grosso do Sul (1999).

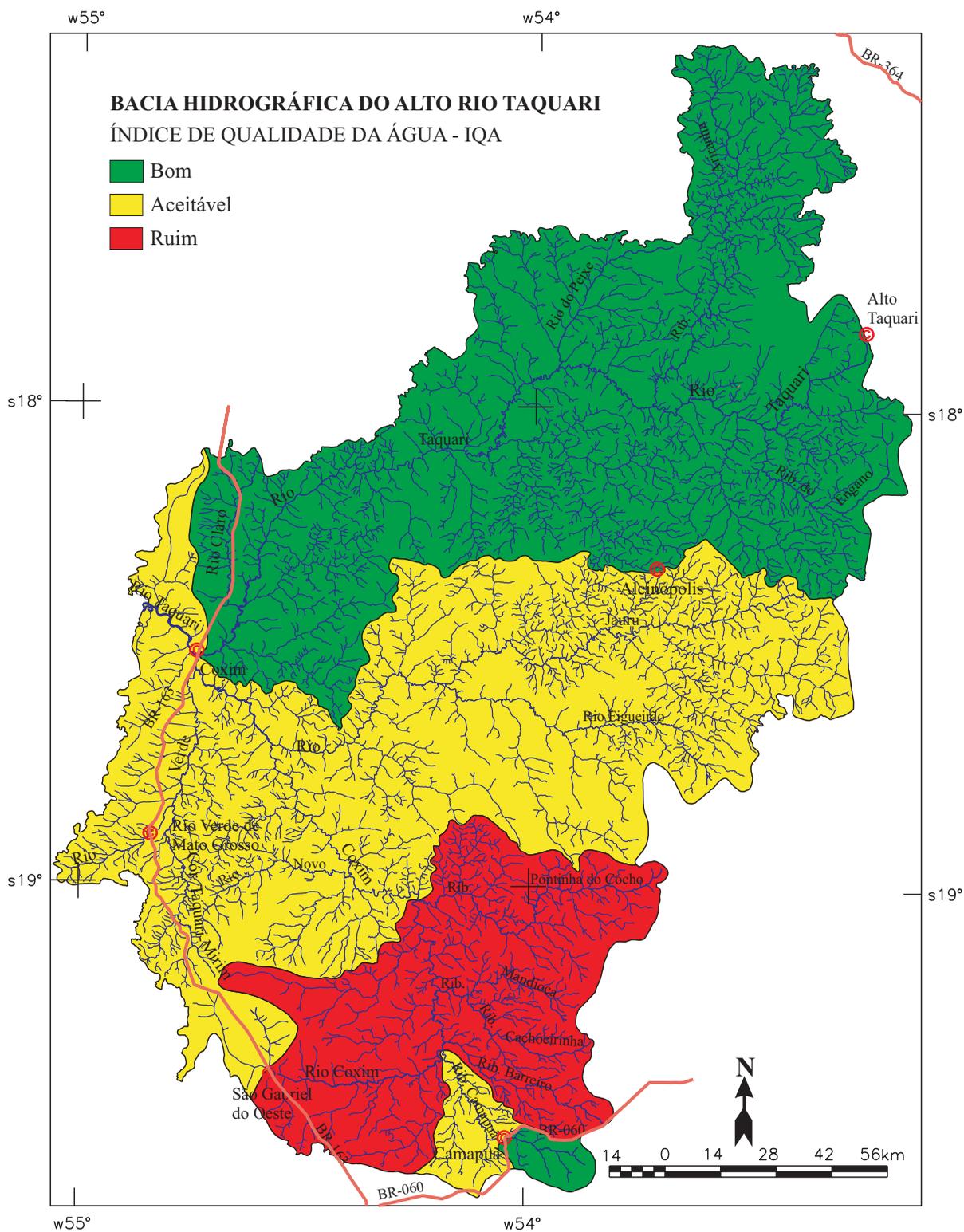


Figura 20. Níveis da qualidade das águas superficiais em 1997/1998 encontrados na Bacia do Alto Taquari, associados à área de drenagem.

Capítulo 9

As condições climáticas

Parte das informações desse item foi obtida do tema Climatologia, desenvolvido para o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai por Campelo Júnior et al. (1997), que se basearam em mapas na escala de 1:2.500.000, envolvendo 1) isolinhas de precipitação pluviométrica (isoietas) médias mensais, anual e do trimestre mais chuvoso; 2) isolinhas médias mensais e anuais das temperaturas (isotermas) máximas, médias e mínimas do ar; 3) isolinhas médias mensais e anuais de evapotranspiração e 4) classificação climática segundo Thornthwaite. Esses autores utilizaram dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), com séries temporais variando entre 10 e 31 anos de observações até o ano de 1994. A caracterização foi complementada pelo estudo de Cadavid García e Rodriguez Castro (1986) e dados recentes obtidos em Agência Nacional de Águas (2003).

Em função da análise dos valores médios mensais de temperatura e precipitação feita por Campelo Júnior et al. (1997), foi identificado, para a Bacia do Alto Taquari, o tipo climático Aw (clima de Savana), de acordo com a classificação de Köppen. O regime de precipitação da bacia é tipicamente tropical, apresentando dois períodos bem distintos entre si. Um período chuvoso entre outubro e março, e um período seco entre abril e setembro. O período mais frio se concentra nos meses de junho, julho e agosto, com temperaturas médias mensais variando entre 18 °C a 24 °C. Já as temperaturas mais altas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, alcançando até 32 °C. Tanto a chuva quanto a temperatura não são uniformes dentro da bacia.

A distribuição de estações climatológicas na bacia é escassa, bem como a disponibilidade de dados. Estes quando são encontrados, estão repletos de falhas. A fim de mostrar a variação climática espaço-temporal, quatro estações pluviométricas localizadas em diferentes pontos da bacia foram selecionadas. Os dados estão agrupados por ano hidrológico, ou seja, 1º de outubro do ano inicial até 30 de setembro do próximo ano. O período selecionado foi de 1987/1988 a 2001/2002, que deveria contemplar 15 anos de observações, porém em nenhuma estação obteve-se a série temporal completa. Dessa forma tem-se 12 anos na Fazenda Taquari (Município de Alto Taquari), 12 anos na cidade de Camapuã, nove anos na cidade de São Gabriel do Oeste e oito anos na Cachoeira da Pólvora (município de Alcinoópolis). A Figura 21 ilustra as falhas na série temporal e a variação da chuva ao longo do período, mostrando a alternância de períodos mais chuvosos e períodos menos chuvosos. Nota-se que a chuva na bacia teve uma faixa de variação pouco acima de 1.100 mm, até pouco acima de 2.100 mm, nesses 15 anos observados.

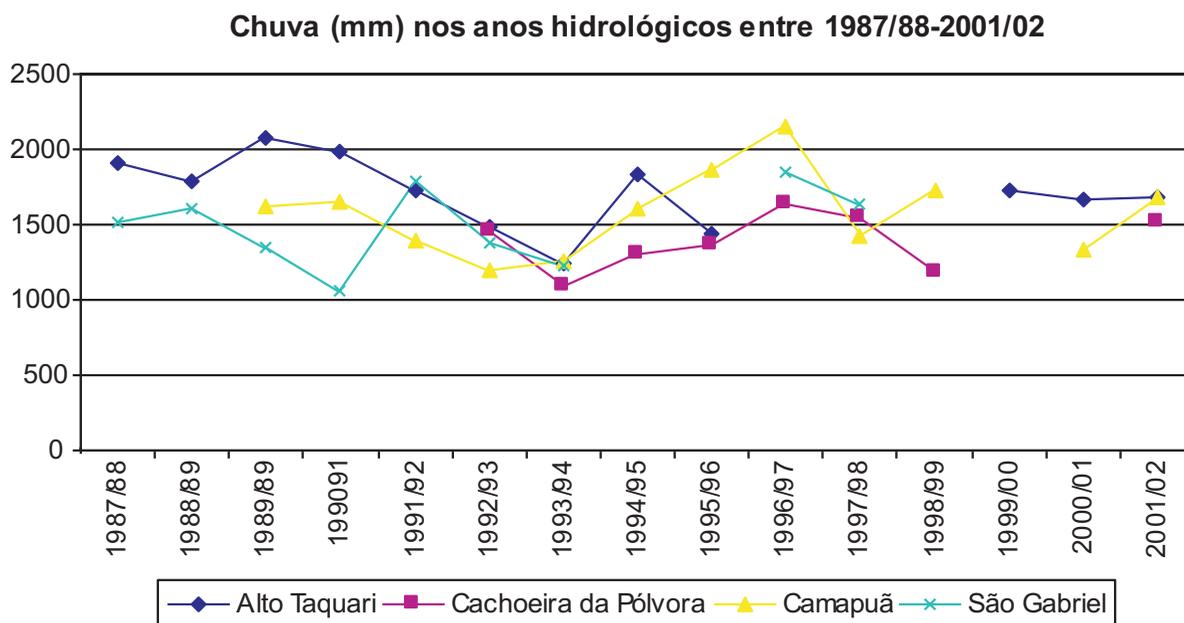


Figura 21. Médias anuais de chuva (mm) nos anos hidrológicos entre 1987/1988-2001/2002, em quatro localidades da Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2003).

Na Figura 22, observa-se as médias anuais de chuva do período para as quatro localidades selecionadas, onde se verifica uma tendência na redução da precipitação do leste para oeste da bacia. Na Fazenda Taquari, localidade mais a leste da bacia, a média anual foi de 1.711,9 mm com desvio-padrão (DP) de 239,3 mm, enquanto que da parte central da bacia, mais para oeste, tais valores foram 1.385,2 (DP=188,7 mm) em Cachoeira da Pólvora e 1489,6 (DP=257,8 mm) em São Gabriel.

A Figura 23 mostra as médias mensais de chuva nas quatro localidades selecionadas na bacia, ilustrando dois períodos distintos de precipitação pluviométrica. No período das

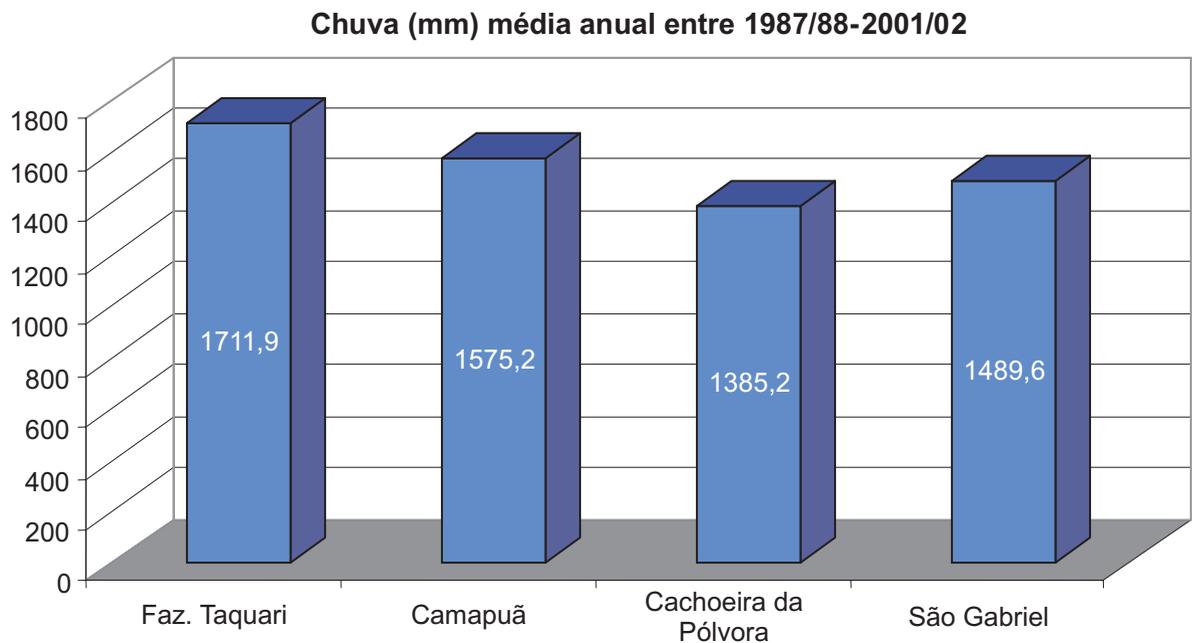


Figura 22. Chuva (mm) média anual 1987/88-2001/02, em quatro localidades da Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2003).

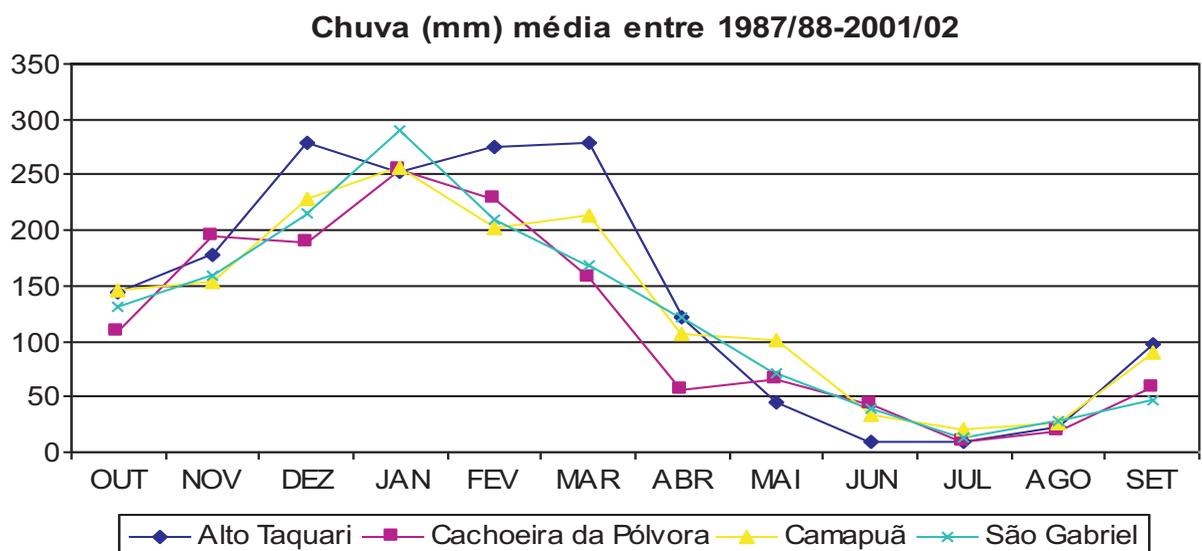


Figura 23. Média mensal de chuva (mm) no período de 1987/88 a 2001/02, em quatro localidades da Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2003).

chuvas, (out/mar) a concentração média no período foi de 76,1% em Camapuã, 78,5% em São Gabriel, 81,8% em Cachoeira da Pólvora e 82,2% em Alto Taquari. Janeiro se apresenta, em média, como o mês mais chuvoso, enquanto julho se apresenta como o mês menos chuvoso.

Além das características típicas do clima Aw de Köppen, a região sofre a influência de frentes frias originadas no extremo sul do continente ou do Atlântico. Essas frentes ocorrem principalmente nos meses de junho e julho e com ocorrências menos frequentes nos meses de maio e setembro. A extensão da bacia, associada à variação de altitude, possibilita também uma grande amplitude de regime hídrico. Para uma caracterização mais detalhada dos tipos climáticos existentes para a região, Campelo Júnior et al. (1997), analisaram dados de precipitação pluviométrica, de temperatura e de evapotranspiração e, pelas isolinhas, definiram zonas climáticas utilizando a classificação de Thornthwaite, que dá ênfase à precipitação efetiva e à eficiência da temperatura no processo de evapotranspiração. Na Tabela 28, verifica-se a descrição dos cinco diferentes tipos climáticos encontrados na bacia, e na Figura 24 observa-se a espacialização deles.

Tabela 28. Tipos de Clima encontrados na Bacia do Alto Taquari, segundo a classificação de Thornthwaite.

Tipo de clima	Áreas de ocorrência
B ₂ rA'a'	Altitudes superiores a 600 m no limite leste da bacia, abrangendo as nascentes do rio Taquari e do Rio Jauru. É um clima úmido com índice hídrico de 40 a 60 e grande deficiência de água no inverno, moderada variação de temperatura e evapotranspiração anual superior a 1.140 mm.
B ₁ rA' ₄ a'	Área no sudeste da bacia, com altitudes em torno de 600 m abrangendo as cidades de Camapuã, São Gabriel do Oeste, e a nascente do Rio Coxim. É um clima úmido com índice hídrico de 20 a 40 e moderada deficiência de água no inverno, pequena variação de temperatura e evapotranspiração anual superior a 1.140 mm.
C ₂ wB' ₄ a'	Estreita faixa sinuosa no sentido norte-sul, indo da divisa do Estado de Mato Grosso do Sul com Mato Grosso até a cidade de Alcinoópolis. É um clima úmido / sub-úmido, com índice hídrico de 0 a 20, grande deficiência de água no inverno, pequena variação de temperatura e evapotranspiração anual superior a 1.140 mm.
C ₂ wA'a'	Faixa sinuosa no sentido norte-sul, abrangendo as cidades de Sonora e Coxim. É um clima subúmido com índice hídrico de 0 a 20, moderado excedente de água no verão, grande deficiência de água no inverno, pequena variação de temperatura e evapotranspiração anual superior a 1.140 mm.
C ₁ dA'a'	É um clima que domina toda a planície do Pantanal e se estende, na bacia, em todo o seu limite oeste, e ainda se estende a uma faixa que acompanha o vale principal do Rio Taquari, no planalto. É um clima sub-úmido/seco, com índice hídrico de -33,3 a 0,0, pequeno ou nenhum excedente de água no verão, grande deficiência de água no inverno, pequena variação de temperatura e evapotranspiração anual superior a 1.140 mm.

Fonte: Adaptado de Campelo Júnior et al. (1997).

Capítulo 10

Cobertura vegetal e a fauna atual

A metodologia de interpretação, bem como a legenda do mapeamento da cobertura vegetal, foi baseada, com algumas modificações, no mapeamento do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP), elaborado por Pott et al. (1997). A seguinte sequência metodológica foi obedecida: a) interpretação visual de imagens digitais ano de 2000, obtidas pelo satélite Landsat 5, sensor TM; b) informações obtidas em trabalhos de campo em março/2002, setembro/2002 e janeiro/2003, com tomadas de fotos 35 mm (aéreas e no solo) e coordenadas geográficas com GPS; c) análise dos trabalhos existentes; d) elaboração de mapas preliminares; e) correção dos mapas e; f) reinterpretação e finalização. Adotou-se o Sistema Fisionômico-Ecológico para classificação da vegetação, encontrado em IBGE (1992), acrescido de novas informações, quando necessário.

A interpretação foi feita em SIG Spring com janelas visuais em escala de até 1:120.000. Os trabalhos de campo serviram para efetuar o levantamento florístico (FUNDAÇÃO, 2003), verificar e caracterizar melhor as áreas investigadas, principalmente as faixas de transição de vegetação. Ressaltam-se, nos trabalhos de campo, a importância do uso de notebook, GPS e SIG, pois esta utilização conjunta de tecnologias proporcionou rapidamente a visão da área em diferentes escalas, associando, eficientemente, nosso posicionamento no terreno com a imagem observada na tela do computador, num tempo relativamente curto.

Os estudos sobre fauna para o PCBAP foram desenvolvidos por Coutinho et al. (1997), referente aos vertebrados terrestres e semi-aquáticos e por Catella et al. (1997), referente à

icitiofauna. Entretanto, esses estudos não contemplam, especificamente, o mapeamento de espécies para a região do planalto, que é onde se localiza a Bacia do Alto Taquari, porém apresentam listagens das espécies de anfíbios, répteis, aves, mamíferos e peixes, com algumas indicações de sua provável distribuição geográfica na Bacia do Alto Paraguai.

Neste livro, foram utilizadas as informações contidas nessas listagens e em Ravazzani (2003), para organizar uma relação das espécies características para a área da bacia, associadas aos seus ambientes naturais. Para identificação das espécies raras ou ameaçadas de extinção, bem como de seus habitats preferenciais, foram utilizadas informações contidas em Ibama (2003), Figueiredo (2003) e em sites específicos da USP¹, Saúde Animal² e Embrapa Pantanal³. Informações sobre a exploração pesqueira foram baseadas no estudo de Catella et al. (2001).

A bacia possui vegetação de duas grandes regiões fitoecológicas: Savana (Cerrado) e Floresta Estacional Semidecidual. No mapa de cobertura vegetal para o ano 2000, foram individualizadas 11 classes temáticas, sendo nove classes de vegetação natural, uma classe de corpos d'água e uma classe de sistema antrópico, referente a áreas onde a vegetação natural foi substituída por agricultura, pecuária e cidades. A identificação e a quantificação dessas classes podem ser verificadas na Tabela 29. Salienta-se que as classes compostas, como Sd+Sa, indicam a predominância da primeira formação (Sd).

Efetuando-se a somatória das áreas de vegetação natural (Tabela 29), observa-se que essas recobrem 37,90% do território da bacia, sendo que o restante já foi eliminado para diferentes utilizações. A vegetação remanescente é predominantemente de Savana (Cerrado), entretanto, encravados no Cerrado, aparece quase sempre a Floresta Estacional. Dessa forma, as áreas de tensão ecológica representam 20,48% da alta bacia ou mais da metade (54,04%) do remanescente da vegetação natural existente na área de estudo. Essa região fitogeográfica subdivide-se no enclave de Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SF) e no enclave de vegetação mista dos cursos d'água (margens e nascentes). Salienta-se que nesta última formação mapeada podem ser encontradas manchas de Savana identificadas como Cerradão, Cerrado aberto, Cerrado denso, Vereda de buritis, Campos com minadouros e manchas de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Mata Ciliar). Na região fitoecológica Savana, a Formação Savana Arborizada representa a segunda maior área coberta da bacia, respondendo por 10,22% do seu território.

A variabilidade de tipos fitofisionômicos é bastante grande na bacia. Assim, a Região Fitoecológica Savana (Cerrado) foi subdividida em dois subgrupos de formação simples: Savana Florestada (Sd) e Savana Arborizada (Sa), e dois subgrupos de formação composta (Sd+Sa e Sa+Sd). Além disso, a Savana Arborizada foi subdividida em três classes, de acordo com a densidade da vegetação observada nas imagens e muitas vezes em campo. Dessa forma tem-se, então, as seguintes Savanas Arborizadas: Cerrado aberto, Cerrado fechado e Cerrado aberto com mata de galeria.

¹ Disponível em: <www.ib.usp.br>.

² Disponível em: <<http://www.saudeanimal.com.br>>.

³ Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/fauna>>.

Tabela 29. Cobertura vegetal quantificada na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Tipos de vegetação	Área km ² e (%)		
	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Vegetação natural	10.629,45 (37,90)		
- Regiões fitoecológicas e formações			
I - Floresta estacional semidecidual		4,11 (0,01)	
Fs - Submontana (mata)			4,11 (0,01)
II - Savana (cerrado)		4.880,74 (17,41)	
Sd - Florestada (cerradão)			1.038,31(3,70)
As - Arborizada (cerrado, cerrado aberto)			1.913,67(6,82)
- Arborizada (cerrado fechado)			737,70 (2,63)
- Arborizada (cerrado aberto com mata de galeria)			214,27 (0,77)
Sd+Sa - Florestada + Arborizada			528,26 (1,89)
Sa+Sd - Arborizada + Florestada			448,53 (1,60)
- Sistema de transição ou tensão ecológica (áreas de contato)			
III- Enclave		5.744,60 (20,48)	
SF - Savana/Floresta estacional semidecidual (mata)			3.276,64 (11,68)
- Vegetação dos cursos d'água (mista)			2.467,96 (8,80)
Sistema Antrópico	17.397,35 (62,03)		
- USO (pastagens cultivadas, áreas agrícolas e urbanas)		17.397,35 (62,03)	17.397,35 (62,03)
Corpos d'água	19,39 (0,07)	19,39 (0,07)	
- Rios e córregos			19,39 (0,07)
Área total das classes	28.046,19	28.046,19	28.046,19

Os valores apresentados na Tabela 29 permitem dizer que as áreas de transição entre fitofisionomias são expressivas, tanto entre fisionomias de uma mesma Região Fitoecológica, quanto entre elas. Dessa forma, no Sistema de Transição (Tensão Ecológica) duas classes foram mapeadas como enclave, a Savana/Floresta Estacional Semidecidual (Mata) e Vegetação dos cursos d'água (Mista). Esse Sistema compõem-se de áreas onde as floras de diferentes Regiões Fitoecológicas se interpenetram, constituindo transições florísticas. Quando as espécies se misturam, denomina-se ecótono; caso contrário, denomina-se enclave, ou seja, áreas disjuntas que se contactam.

Para compor os dados do PCBAP, foram levantadas, na Bacia do Alto Taquari em 1994, quatro áreas de savana arborizada, sendo duas em Coxim e duas em São Gabriel do Oeste. Uma área em Coxim, sobre Areia Quartzosa, apresentou, em média, árvores com 5,5 m de altura, com poucas ultrapassando 15 m e outra área, sobre Latossolo Vermelho Escuro arenoso, apresentou, em média, árvores com 5,5 m, com algumas chegando a 11 m. Em São Gabriel do Oeste, uma área foi amostrada sobre Latossolo Vermelho Escuro arenoso, com algumas árvores alcançando 10 m. Esse cerrado apresentava sinais de ter sido queimado no ano anterior. Outra área de campo cerrado foi amostrada sobre Litólico, com menor densidade de indivíduos que as áreas de cerrado acima descritas. A altura média das árvores foi de 3,5 m, com algumas atingindo sete metros. Na Tabela 30, encontra-se a caracterização

Tabela 30. Caracterização dos tipos de vegetação mapeados na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Tipos	Caracterização
Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata)	<p>Localiza-se geralmente sobre solos férteis e caracteriza-se pela perda (20% a 30%) das folhas no período seco, em relação ao conjunto florestal e não das espécies, chegando ao fim da estação seca com o chão recoberto de folhas. Os gêneros mais frequentes são <i>Cedrela</i>, <i>Tabebuia</i> e <i>Aspidosperma</i>, com árvores emergentes de até 20 m encontradas no município de Coxim.</p>
Savana Florestada (Cerradão)	<p>Formação com fisionomia florestal ocorrendo em terreno não inundável e clima tropical eminentemente estacional. A composição florística é bastante heterogênea e algumas espécies arbóreas perdem as folhas na estação seca, ficando o solo coberto por material seco até o período chuvoso. Segundo Ribeiro e Walter (1998, p. 114), o “Cerradão apresenta dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 50% a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15 m, proporcionando condições de luminosidade que favorecem a formação de estratos arbustivos e herbáceos diferenciados.” Essa descrição se assemelha muito à formação localizada na bacia onde, numa parcela amostrada em São Gabriel do Oeste, foram encontradas árvores com até 13 m de altura. Em solos mais férteis e/ou pedregosos, o cerradão pode ser totalmente caducifólio. Geralmente nos solos ricos em cálcio da bacia encontra-se o Cerradão mesotrófico, com as seguintes espécies características: <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>, <i>Attalea phalerata</i>, <i>Combretum leprosum</i>, <i>Dipteryx alata</i>, <i>Terminalia argentea</i>. No caso dos solos pobres da bacia, encontra-se o Cerradão distrófico, com as seguintes espécies ou gêneros: <i>Andira</i>, <i>Eriotheca gracilipes</i>, <i>Miconia</i>, <i>Mouriri elliptica</i>, <i>Myrcia</i>, <i>Qualea parviflora</i>, <i>Salvertia convallariodora</i> e <i>Sclerolobium</i>.</p>
Savana Arborizada (Cerrado denso, Cerrado aberto e Cerrado aberto com mata de galeria)	<p>É uma formação natural ou antropizada que se caracteriza por apresentar fisionomia nanofanerofítica (anã ± 2 m), de fustes finos e tortuosos, esparsamente distribuídos sobre um estrato graminóide (hemicriptofítico - corpo se reduz à parte subterrânea na estação desfavorável) contínuo, entremeado de plantas lenhosas raquíticas e palmeiras acaules, sujeito ao fogo anual. Essas sinúsias (comunidades estruturais) dominantes formam uma fisionomia raquítica em terrenos degradados. A composição florística é, também, bastante diversificada e, apesar de semelhante à da Savana Florestada quanto às árvores, possui ecótipos dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado. Na bacia foi individualizado o Cerrado denso, o Cerrado aberto e o Cerrado aberto com mata de galeria. Os Cerrados densos e abertos seriam o Cerrado senso restrito, porém apresentando coberturas arbóreas diferentes pelos padrões da imagem de satélite. Em campo, observa-se um estrato graminoso com muitas espécies herbáceas e subarbusculares de pequeno porte, com órgãos subterrâneos de sobrevivência (xilopódios) e as seguintes espécies ou gêneros: <i>Anacardium humile</i>, <i>Annona</i>, <i>Byrsonima</i>, <i>Campomanesia</i>, <i>Connarus suberosus</i>, <i>Eschweilera nana</i> e <i>Qualea</i>. Observa-se, também, o Cerrado aberto com mata de galeria, semidecidual, cujas principais espécies são: <i>Aspidosperma parvifolium</i>, <i>Cecropia saxatilis</i>, <i>Dipteryx alata</i>, <i>Pseudobombax tomentosum</i>, <i>Terminalia argentea</i> e <i>T. fagifolia</i>.</p>
Formações compostas de Savana (Cerrado)	<p>Na bacia foram mapeadas duas formações compostas de Savana (Cerrado), a saber: Savana Florestada + Savana Arborizada e Savana Arborizada + Savana Florestada. Não foi definida uma caracterização para elas, pois os ambientes e espécies são similares, podendo utilizar-se das caracterizações efetuadas para as formações simples já descritas. Nas formações compostas, aquela que aparece em primeiro lugar refere-se à de maior predominio no polígono mapeado.</p>

Continua...

Tabela 30. Continuação...

Tipos	Caracterização
Savana/Floresta Estacional Semidecidual (Mata)	É uma formação arbórea de ampla distribuição na bacia, onde se observam espécies de mata semidecídua encravadas no cerrado. Localizam-se, preferencialmente, nas encostas das serras, nas linhas de drenagens e nas bordas dos platôs. No entanto, no sentido norte e noroeste da cidade de Alcinópolis, até alcançar a margem direita do rio Taquari, várias manchas dessa fitofisionomia foram mapeadas. Nessas manchas predominam solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos e Areias Quartzozas álicas, sob relevo não escarpado.
Vegetação dos cursos d'água (Mista)	É uma formação encontrada nas margens e nascentes dos rios, córregos e ribeirões da bacia. Caracteriza-se por ser uma vegetação de locais úmidos, ocupando, na maioria das vezes, áreas de acumulações fluviais quaternárias, sendo sua estrutura, muitas vezes, diferente de uma floresta ciliar. Nessa classe mapeada, podem ser encontradas manchas de Savana identificadas como Cerradão, Cerrado aberto, Cerrado denso, Vereda de buritis, Campos com minadouras e manchas de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Mata Ciliar). Dada essa estrutura diversificada, não se pode simplesmente denominá-las de Mata de galeria ou Mata Ciliar. Suas principais características florísticas variam de acordo com a posição geográfica que ocupa a formação aluvial. Por exemplo, na Mata ciliar de rio observam-se árvores (5-15 m), arvoretas (2-4 m), arbustos, trepadeiras: <i>Copaifera langsdorffii</i> , <i>Hirtella gracilipes</i> , <i>Licania gardneri</i> e <i>Vochysia pyramidalis</i> . Na Mata ciliar de córrego, observam-se palmeiras, arvoretas (2-6 m) e arbustos: <i>Hirtella gracilipes</i> , <i>Lacistema aggregatum</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> (buriti) e <i>Tabebuia insignis</i> . Nas veredas, observam-se árvores (5-8 m), arvoretas (2-4 m), arbustos e trepadeiras: <i>Copaifera langsdorffii</i> (pau-d'óleo), <i>Byrsonima umbellata</i> (murici-do-brejo), <i>Ilex affinis</i> , <i>Mauritia flexuosa</i> (buriti), <i>Inga</i> spp., e <i>Xylopia emarginata</i> (pindaíba-do-brejo). No Campo úmido (ou minadouras), observam-se Cyperáceas (<i>Rhynchospora</i> , <i>Scleria</i>), gramíneas (<i>Eriochrysis</i> , <i>Erianthus</i> , <i>Paspalum</i>), Orquídeas (<i>Cyrtopodium</i> , <i>Habenaria</i>), <i>Utricularia</i> , <i>Xyris</i> , arbustos baixos esparsos (<i>Brunfelsia</i> , <i>Rhynchanthera</i>), entre outros.
Sistema Antrópico (Pastagens cultivadas, Áreas agrícolas, Cidades)	Compõe-se de áreas onde a vegetação nativa foi substituída por agropecuária ou cidades. Destacam-se as atividades da agropecuária com pastagens cultivadas e com vegetação secundária em fase inicial de desenvolvimento, e a agricultura com culturas de ciclo curto e de ciclo longo.

das principais fitofisionomias mapeadas, sendo que na Figura 25 verifica-se sua distribuição na bacia.

No levantamento florístico efetuado na bacia, identificou-se aproximadamente 600 espécies de plantas, que comumente ocorrem na bacia. Não foi observada nenhuma espécie endêmica e tampouco espécie ameaçada de extinção.

Conforme relatado nas informações sobre vegetação, a bacia possui uma rica diversidade fitofisionômica e florística, formada por florestas, transições de florestas e cerrados, cerrados, cerradões, campos cerrado, matas galerias, veredas de buritis, áreas úmidas etc. Essa variação de vegetação está relacionada a diversos ambientes com características peculiares que são habitats naturais para a fauna silvestre. Naturalmente, isso faz com que muitas espécies da fauna tenham a manutenção de sua população favorecida, conseguindo se desenvolver e perpetuar ao longo do tempo.

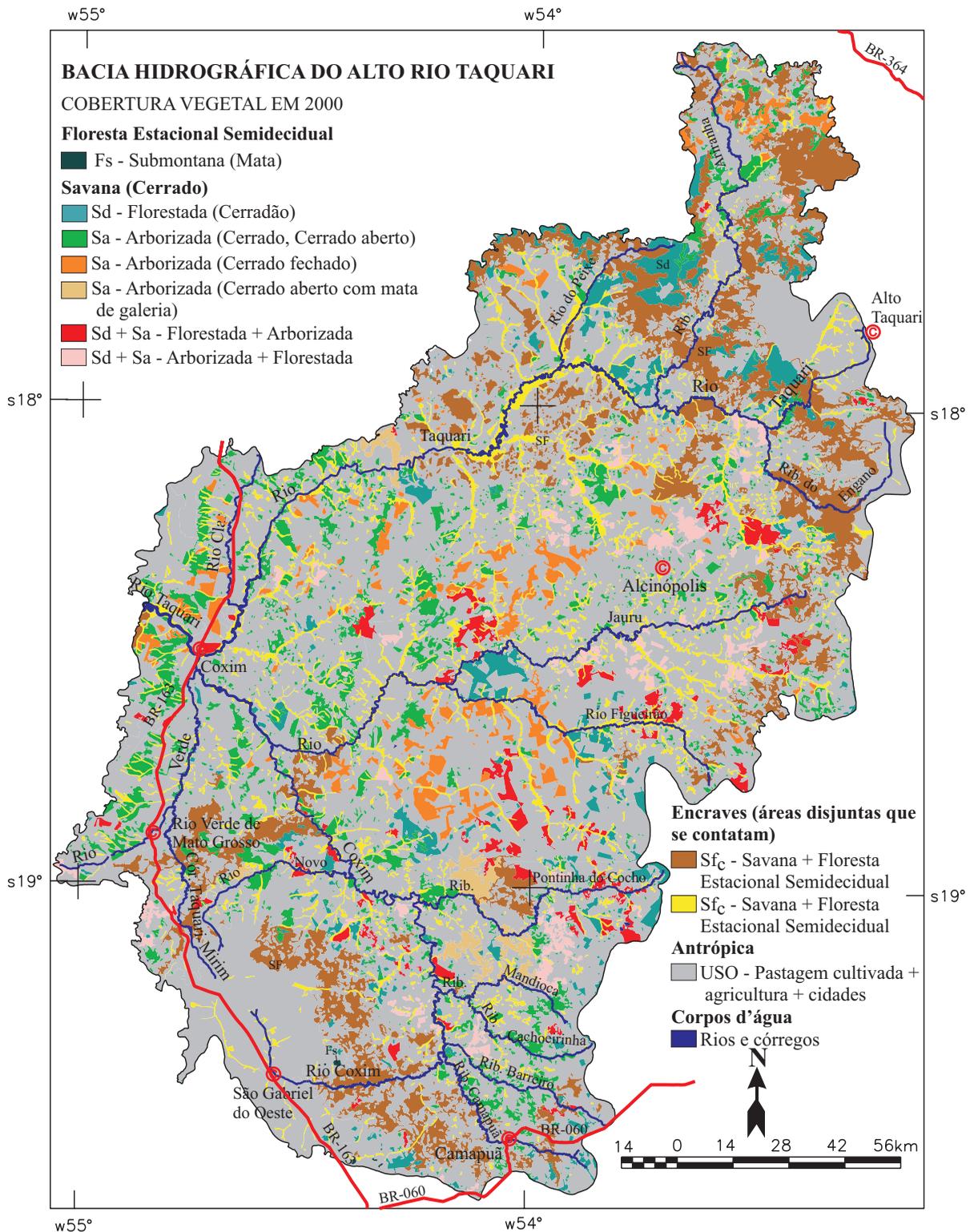


Figura 25. Cobertura vegetal, em 2000, mapeada na Bacia do Alto Taquari.

Como já ressaltado anteriormente, não foram encontrados trabalhos específicos de levantamento faunístico para a bacia em estudo. Diante disso, foi utilizado o levantamento efetuado para a Bacia do Alto Rio Paraguai, onde se insere a Bacia Alto Rio Taquari, desenvolvido por Catella et al. (1997) e Coutinho et al. (1997), além de informações produzidas por Ravazzani (2003), acessadas no site⁴. Baseado nesses estudos, elaborou-se a Tabela 31, buscando relacionar algumas espécies características que ocorrem na região aos seus habitats. Esse quadro não é um levantamento exaustivo da fauna, pois muitas espécies da região são ainda pouco conhecidas, mas essa tentativa de associar as espécies aos seus habitats não é definitiva nem imutável, pois muitas das espécies listadas podem ocorrer em mais de um ambiente.

A identificação desses ambientes relacionados à manutenção e à preservação das espécies da fauna pode orientar sua conservação em todos os níveis⁵.

Foram observadas as espécies de aves e mamíferos que constam na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, segundo o Ibama (2003). Nessa identificação foram consideradas apenas aquelas espécies listadas nos dois estados com ocorrência ou que já ocorreram na bacia, em função da literatura analisada. Associada a cada espécie, observa-se o tipo de ameaça sobre ela, isto é, se a espécie está vulnerável, em perigo, criticamente em perigo ou extinta. Essas informações estão detalhadas na parte específica sobre a construção do cenário atual da bacia.

A comercialização legalizada da fauna na bacia se resume à exploração da ictiofauna, realizada por meio da pesca profissional e da pesca esportiva que, excluindo o período de defeso, é aberta de 1º de fevereiro a 31 de outubro. A Embrapa Pantanal, a Sema-MS e a Polícia Militar Ambiental de Mato Grosso do Sul, operam, em conjunto, o sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul (SCPESCA/MS), utilizado para monitorar os recursos pesqueiros do Estado. Os últimos dados desse monitoramento referem-se ao ano de 1998 e encontram-se publicados em Catella et al. (2001), cujo estudo é a base das informações a seguir.

As informações serão sempre tratadas em relação ao “pescado capturado”, cujo produto é possível identificar a sua origem, ou seja, o local onde o peixe foi capturado. Para o cálculo do pescado capturado na bacia foram considerados aqueles peixes provenientes das pescas efetuadas nos Rios Jauru, Coxim e Taquari. É possível que haja uma superestimação do valor obtido, pois parte do peixe do Rio Taquari é capturado na parte baixa da bacia, fora da área de estudo. No entanto, essa é única fonte de dados existente e, mesmo não sendo a ideal, fornece uma ideia do pescado produzido na bacia e pode auxiliar no planejamento ambiental, pois a conservação do alto curso do Rio Taquari poderá garantir os estoques de peixe para o futuro, também na parte do Pantanal.

⁴ Disponível em: <<http://geocities.yahoo.com.br/serraverde/pantanal/fauna.html>>.

⁵ Disponível em: <www.ib.usp.br/ceo/areasch/areassinop.htm>.

Tabela 31. Ambientes associados às espécies da fauna características da Bacia do Alto Taquari.

Ambientes	Classe	Nome científico	Nome vulgar
Vegetação alta da margem das lagoas (viveiros, ninhais)	Aves	<i>Mycteria americana</i>	Cabeça-seca
		<i>Casmerodius albus</i> e <i>Egretta thula</i>	Garças brancas
		<i>Ajaia ajaja</i>	Colhereiro
		<i>Ardea cocoi</i>	Maguari
		<i>Anhinga anhinga</i>	Biguatinga
		<i>Sporophila cinnamomea</i>	Caboclinho-de-chapéu-cinzeno
		<i>Sporophila nigrarufa</i>	Caboclinho-do-sertão
		<i>Sporophila palustris</i> <i>Butorides striatus</i>	Caboclinho-do-papo branco Socozinho
Beira de lagoas	Aves	<i>Pblyborus plancus</i>	Caracará
		<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-comum
		<i>Jabiru mycteria</i>	Tuiuiú ou jaburu
		<i>Jacana jaçanã</i>	Jaçanã
		<i>Casmerodius</i> , <i>Egretta</i> , <i>Pilherodius</i>	Garças
		<i>Ajaia ajaja</i>	Colhereiros
		<i>Ceryle</i> , <i>Chloroceryle</i>	Martins-pescadores
		<i>Cairina moschata</i>	Pato do mato
		<i>Anhima cornuta</i>	Anhuma
		<i>Dendrocygna</i>	Marrecas
		<i>Alectrurus tricolor</i>	Galito
		<i>Polyborus</i> , <i>Busarellus</i> , <i>Rosthramus</i>	Gaviões
		<i>Amazona</i> sp	Papagaios
		<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	Arara-azul
		<i>Ara</i> sp	Araras e maracanãs
	<i>Ramphastos</i> sp	Tucanos	
	<i>Icterus</i> sp	João-pinto	
	<i>Psarocolius</i> sp	Japu	
	<i>Paroaria</i> sp	Cardeal, galo campina	
	Mamíferos	<i>Alouatta caraya</i>	Bugio preto
<i>Cebus apella</i>		Macaco-prego	
Répteis	<i>Eunectes noctaeus</i>	Sucuri	
Cerrado e campinas	Aves	<i>Rhea americana</i>	Ema
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó
		<i>Nothura minor</i>	Codorna-buraqueira
		<i>Melanerpes</i>	Pica-paus
		<i>Turdus</i>	Sabiás
		<i>Alectrurus tricolor</i>	Galito
		<i>Culicivora caudacuta</i>	Maria-do-campo
		<i>Polystictus pectoralis</i>	Tricolino-canela
		<i>Geobates poecilopterus</i>	Andarilho
		<i>Columbina cyanopis</i>	Rolinha-brasileira
	<i>Cariama cristata</i>	Seriema	
	Mamíferos	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim
		<i>Cerdocyon thous</i>	Lobinho
		<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará
		<i>Speothos venaticus</i>	Cachorro-do-mato-vinagre
		<i>Oncifelis colocolo</i>	Gato-palheiro
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha
		<i>Priodontes maximus</i>	Tatu-canastra
		<i>Tayassu tajacu</i>	Caititu
<i>Tayassu pecari</i>		Queixada	
<i>Carterodon sulcidens</i>	Rato-de-espinho		

Continua...

Tabela 31. Continuação...

Ambientes	Classe	Nome científico	Nome vulgar
Cerrado e campinas	Mamíferos	<i>Felis geoffroyi</i> <i>Leopardus tigrinus</i> <i>Ozotoceros bezoarticus</i> <i>Mazana americana</i>	Gato do mato Gato do mato pequeno Veado-campeiro Veado-mateiro
	Répteis	<i>Bothrops jararaca</i> <i>Bothrops jararacussu</i> <i>Bothrops neuwiedi</i> <i>Crotalus durissus</i> <i>Tupinambis tegixin</i> <i>Boa constrictor</i> <i>Apostolepis cf. rondoni</i> <i>Lystrophis semicinctus</i> <i>Geochelone carbonaria</i>	Jararaca Jararacussu Boca-de-sapo Cascavel Teiú-vermelho Jibóia Caninana Falsa-coral Jaboti-do-cerrado
Matas de galeria e proximidade de rios	Mamíferos	<i>Tapirus terrestris</i> <i>Agouti paca</i> <i>Dasyprocta aguti</i> <i>Nasua nasua</i> <i>Alouatta caraya</i> <i>Leopardus pardalis mitis</i> <i>Leopardus wiedii</i> <i>Puma concolor capricornensis</i> <i>Panthera onça</i>	Anta Paca Cutia Quati ou coati Bugio ou guariba Jaguatirica Gato-maracajá Suçuarana ou onça-parda Onça-pintada
Campos encharcados	Mamíferos	<i>Blastocerus dichotomus</i> <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Cervo-do-pantanal Capivara
Rio, corixo, lago, baía ou banhado	Mamíferos	<i>Pteronura brasiliensis</i> <i>Lutra longicaudis</i>	Ariranha Lontra
	Répteis	<i>Caiman yacare</i>	Jacaré
	Anfíbios	<i>Phyllomedusa sauvagii</i>	Perereca
Rio, corixo, lago, baía ou banhado	Peixes de escama	<i>Salminus maxillosus</i> Valenciennes, 1849 <i>Piaractus mesopotamicus</i> Holmberg, 1887 <i>Mylossoma orbignyanum</i> <i>Brycon microlepis</i> Perugia, 1894 <i>Prochilodus lineatus</i> Valenciennes, 1847 <i>Leporinus macrocephalus</i> <i>Astinanax</i> sp <i>Pygocentrus nattereri</i> Kner, 1860 <i>Serrassalmus marginatus</i> Kner, 1847 <i>Serrassalmus spilopleura</i> Kner, 1860	Dourado* Pacu* Pacu-peva Piraputanga* Curimatá* Pavucu* Lambaris Piranha* Piranha* Piranha*
	Peixes de couro	<i>Pauliceia luetkeni</i> Steindachner, 1840 <i>Pseudoplatistoma fasciatum</i> Linnaeus, 1766 <i>Pseudoplatistoma corruscans</i> Agassiz, 1829 <i>Pinirampus pirinampus</i> , Spix, 1829 <i>Luciopimelodus pati</i> Valenciennes, 1840 <i>Sorubim cf. lima</i> Schneider, 1801 <i>Hemisorubim platyrhynchos</i> Valenciennes, 1840 <i>Ageneiosus brevifilis</i> Valenciennes, 1840 <i>Pimelodus argenteus</i> Perugia, 1891 <i>Lepidosiren paradoxa</i> Fitzinger, 1837 <i>Hyphessobrycon callistus</i> Boulenger, 1900	Jaú* Cachara* Pintado* Barbado* Barbado* Jurupensém* Jurupoca* Palmito Bagre Pirambóia Mato-grosso

* Explorados comercialmente.

Fonte: Catella et al. (1997). Coutinho et al. (1997) e Ravazzani (2003).

Baseado em Catella et al. (2001) e de acordo com a situação exposta acima, em 1998 foram capturadas 84,2 toneladas de pescado na Bacia do Alto Taquari. Desse total, 91,3% foram provenientes do Rio Taquari e o restante dos Rios Jauru e Coxim. A pesca profissional foi responsável pela captura de 24% do pescado, enquanto a pesca esportiva capturou 76%. Outubro é o mês de maior atividade pesqueira, tanto para a pesca profissional, quanto para a pesca esportiva. Porém, a pesca esportiva é mais concentrada do que a profissional. No último trimestre do período pesqueiro, a pesca esportiva capturou 83,7% do pescado dessa modalidade em 1998, enquanto que a pesca profissional capturou 59,9%.

Na Tabela 31, marcadas com asteriscos, observam-se as espécies de peixes que são exploradas comercialmente na bacia. Pacu (41,1%), pintado (40,6%), piavussu (6,4%), jaú (4,5%) e dourado (4,0%) são as cinco espécies mais capturadas pelos pescadores profissionais, respondendo por 96,6% do pescado retirado da bacia. Pacu (34,9%), piavussu (19,9%), pintado (13,1%), dourado (3,9%), cachara (2,8%) e piraputanga (2,3%) são as seis espécies mais capturadas pelos pescadores amadores, respondendo por 76,1% do pescado retirado da bacia em 1998. Isso mostra que a pesca profissional é mais seletiva, preferindo os peixes nobres, que são de fácil comercialização.

Capítulo 11

Distribuição da terra ou estrutura fundiária

A partir deste capítulo até o 14, o leitor encontrará informações sobre características sócio-econômicas e culturais da bacia. A caracterização foi baseada na infraestrutura, nos aspectos econômicos (produção e organização) e nas condições de vida da população, visando explicar, a partir das condições sócio-econômicas verificadas, as principais tendências desse espaço, suas formas de produção e os modos de vida a elas associadas. A Tabela 32 sintetiza as informações utilizadas.

A maioria dessas informações foi obtida de IBGE (1975, 1979a, 1979b, 1983a, 1983b, 1990, 1991, 1998a, 1998b, 2001a, 2001b, 2002, 2003a e 2003b), Mato Grosso do Sul (2003) e Mato Grosso (2003). Informações foram recuperadas, também, do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP), nos estudos desenvolvidos por Banducci Júnior e Brum (1997), Garms et al. (1997a e 1997b), Longo et al. (1997), Marques et al. (1997) e Rebêlo Júnior (1997).

Salienta-se que as informações estão sempre agregadas por municípios, cuja unidade espacial foi a referência para obtenção delas, sendo que a somatória das informações municipais compôs a base para o diagnóstico da Bacia do Alto Taquari. Entretanto, foi obtida, junto ao IBGE, uma tabulação especial com microdados dos setores censitários do censo agropecuário de 1995/1996, e também a malha setorial espacializada, visando agregar, com mais detalhes, as informações com a área física da bacia.

Parte das informações dos temas foi analisada e apresentada de forma descritiva, objetivando mostrar ao leitor como vivem as pessoas da bacia. Muitas vezes, o próprio dado já se

Tabela 32. Principais tipos informações utilizadas na caracterização sócio-econômica da Bacia do Alto Taquari.

Fatores ambientais	Temas ou dimensões
	Estrutura fundiária
Aspectos econômicos	Uso da terra Atividades econômicas Pecuária Agricultura Indústria Comércio e serviços
Infraestrutura	Transporte Energia elétrica Comunicação Saneamento básico
Dinâmica populacional	Características da população
Condições de vida da população	Saúde Habitação Energia elétrica Educação Renda Acesso a serviços Índice de desenvolvimento humano

constitui numa informação e é discorrido sobre ele, outras vezes são agregados na forma de taxas ou indicadores pertinentes. Quando possível, informações foram agregadas na forma de índices que permitem avaliar e acompanhar, posteriormente, a riqueza, o desenvolvimento e o bem-estar da população. Dessa forma, dois índices foram construídos (Índice de Concentração de GINI e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M)), os quais foram transformados em mapas para serem utilizados na elaboração das unidades de zoneamento.

As análises tratadas nesse item não obedecem exatamente ao limite da bacia (28.046 km²) tal como ocorre com as informações dos meios físico e biológico. Aqui, as informações foram obtidas de censos agropecuários e demográficos, e outros relatórios elaborados pelos órgãos governamentais regionais. A maioria das informações está agregada por municípios, com ressalva para algumas informações censais de 1996, que foram adquiridas por setores censitários. Dessa forma, quando o texto tratar de agregações por municípios, refere-se a uma área de 49.793 km² formada pelos seguintes municípios: Alto Araguaia, Alto Taquari, Pedro Gomes, Coxim, Costa Rica, Rio Verde, São Gabriel, Camapuã e Alcinópolis (Figura 26).

Da mesma forma, quando o texto tratar de agregações por setores censitários, refere-se a uma área física de 32.052 km², recenseada apenas em 27.963 km², formada por 61 setores censitários, cuja agregação é a que mais se aproxima do limite da área de estudo (Figura 27).

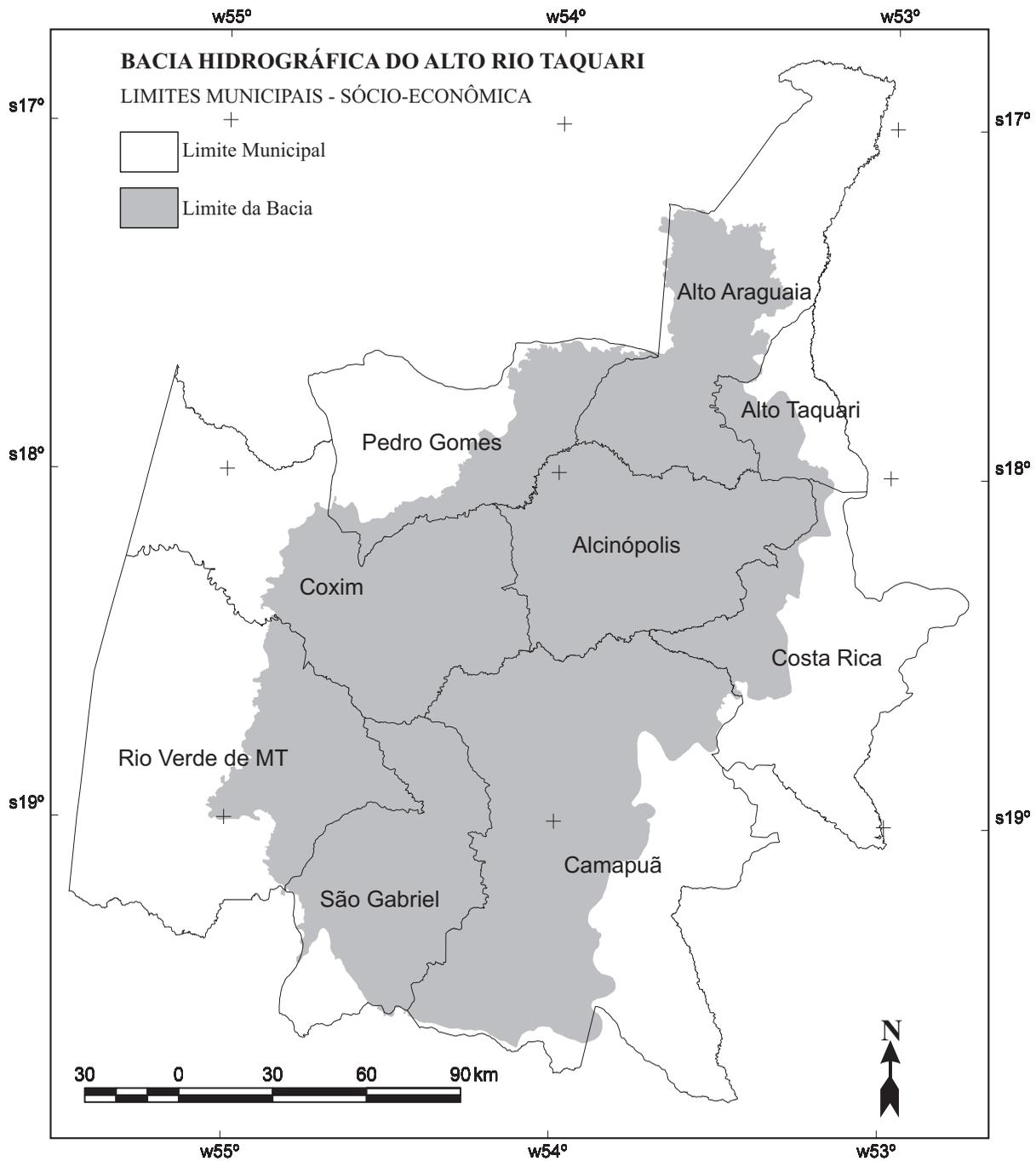


Figura 26. Abrangência da área agregada por nove municípios.

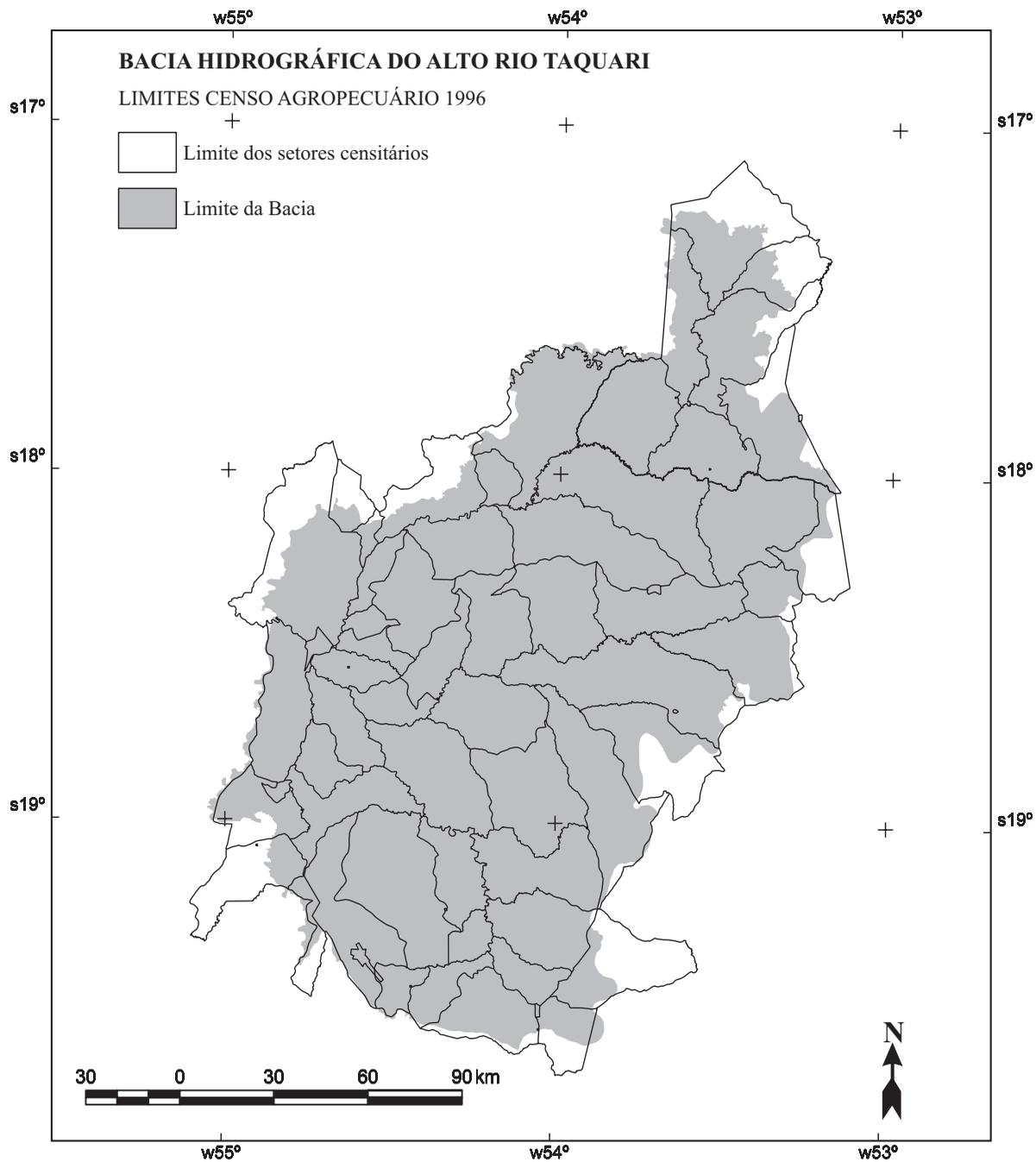


Figura 27. Abrangência da área agregada por 61 setores censitários agropecuários de 1996.

Fonte: Adaptado na malha censitária de IBGE (1998a, 1998b).

Estrutura fundiária propriamente dita

Na análise da situação da posse da terra (proprietário, arrendatário, parceiro e ocupante) em 1996, verifica-se que os estabelecimentos agropecuários da bacia encontram-se, em sua maioria (92%) (Figura 28-A), sob a exploração de seus proprietários, que ocupam 97% das terras (Figura 28-B). Arrendatários exploram 7% dos estabelecimentos, restando apenas 1% para parceiros e ocupantes. No entanto, parceiros e ocupantes detêm menos de 1% das terras, e os arrendatários trabalham em aproximadamente 3% delas.

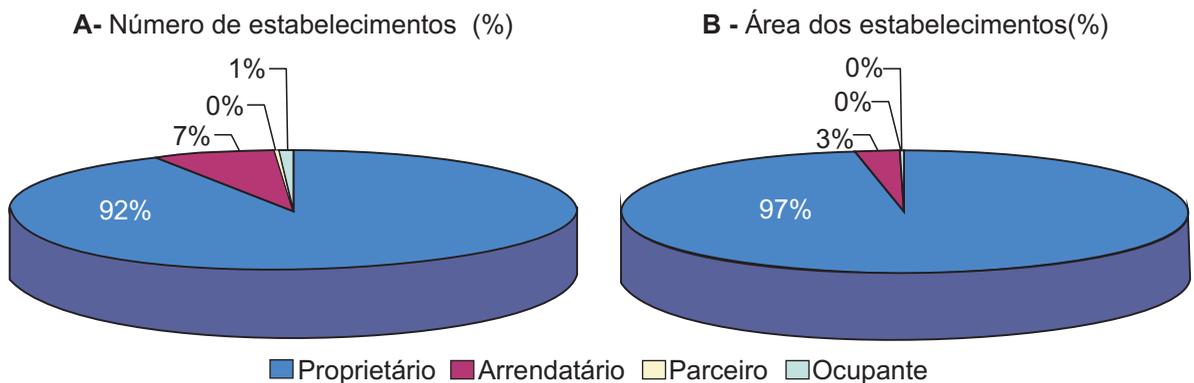


Figura 28. Número e área dos estabelecimentos agropecuários (%), segundo a condição do produtor na Bacia do Alto Taquari, em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Utilizando a declaração de área dos setores censitários, foram identificados 3.777 estabelecimentos agropecuários na bacia em 1996. Na Figura 29, pode ser observada a distribuição desses estabelecimentos nas nove regiões municipais analisadas. Verifica-se que a distribuição do número de estabelecimentos não é uniforme na bacia, destacando-se a região de Alto

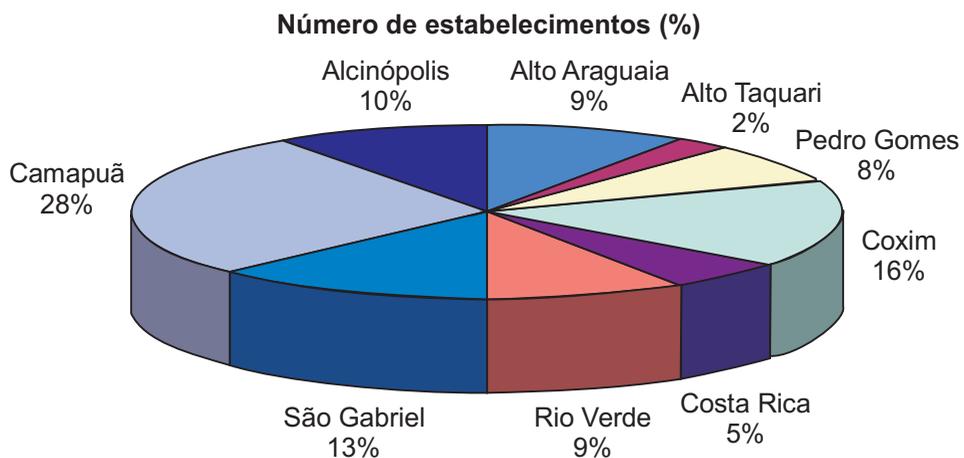


Figura 29. Percentual de estabelecimentos nas regiões municipais da Bacia do Alto Taquari, em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Taquari com apenas 2% e a de Camapuã com 28%. Isso está relacionado com a participação em área de cada município para compor a bacia, pois Alto Taquari e Camapuã possuem, respectivamente, a menor e a maior contribuição na formação da área da bacia.

Observa-se alta variabilidade no tamanho dos estabelecimentos agropecuários da bacia, cujo tamanho médio foi determinado em 740 ha e desvio-padrão de 1.226 ha. Essa alta variação no tamanho dos estabelecimentos em torno da média ocorre em todos os nove municípios, como pode ser observado na Figura 30 onde todos os desvios-padrões da média se apresentam superior a ela. Os estabelecimentos pertencentes às regiões dos municípios de Costa Rica e Coxim possuem as maiores diferenças nos tamanhos dos estabelecimentos, apresentando coeficientes de variação (CV) de 218% e 198% respectivamente. Por outro lado, os menores CVs, embora altos, foram verificados nos tamanhos médios dos estabelecimentos pertencentes às regiões dos municípios de Alto Taquari e Alcínioópolis, com 108% e 113%, respectivamente. Apenas esses CVs já nos permitem inferir o quanto é discrepante o sistema de distribuição das terras na bacia, indicando que há uma enorme diferença de área entre os pequenos, médios e grandes produtores.

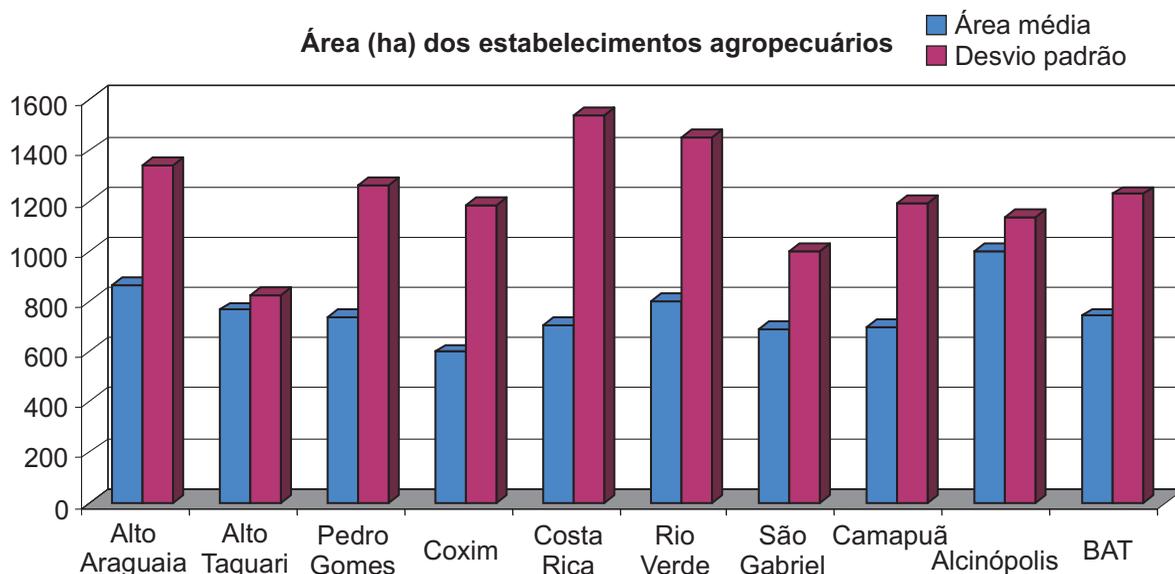


Figura 30. Área média (ha) e desvio-padrão dos estabelecimentos agropecuários da Bacia do Alto Taquari em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

A região do município de Alcínioópolis que compõe a bacia possui os maiores estabelecimentos agropecuários, apresentando um tamanho médio de 1.000 ha, seguido de Alto Araguaia com 861 ha. No entanto, Alto Araguaia parece tender a uma pior distribuição nos tamanhos dos estabelecimentos, visto que o desvio-padrão da média é bem superior ao de Alcínioópolis. Coxim e São Gabriel apresentam os menores tamanhos médios de estabelecimentos, com 597 e 692 ha, respectivamente.

Geralmente, em regiões com atividade agrícola desenvolvida, os estabelecimentos tendem a ser menores que naqueles com tradição em pecuária; entretanto, essa tendência não é bem acentuada na bacia, talvez pela agricultura ainda ser uma atividade em expansão.

Para uma análise mais detalhada da distribuição da terra na bacia, os estabelecimentos agropecuários foram estratificados em 11 diferentes estratos por tamanho de área (Tabela 33). Para áreas menores ou iguais a 1.000 ha, estabeleceram-se seis estratos, aproximando-se mais das estratificações utilizadas pelo IBGE e pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). Para áreas maiores que 1.000 ha, a estratificação seguiu a partição tradicional da terra nos municípios que envolvem o Pantanal, ou seja, a légua (3.600 ha), segundo Silva et al. (2001).

Tabela 33. Tamanho dos estratos de área usados nos estabelecimentos agropecuários.

Estratos	Área (ha)	Estratos	Área (ha)	Estratos	Área (ha)
1	≤10	5	100 a ≤500	9	>7.200 a ≤10.800
2	>10 a ≤30	6	>500 a ≤1.000	10	>10.800 a ≤14.400
3	>30 a ≤50	7	>1.000 a ≤3.600	11	>14.400 a ≤28.800
4	>50 a ≤100	8	>3.600 a ≤7.200		

O número relativo de estabelecimentos agropecuários estratificados por área encontra-se ilustrado na Figura 31. Essa estratificação indica uma concentração de 34,2% no número de estabelecimentos no estrato cinco (100 a ≤500 ha) e a maioria deles (69,4%) situando-se nos estratos 5, 6 e 7 com áreas variando de 100 a ≤3600 ha. Verifica-se também um número razoável de estabelecimentos pequenos (27,5%), ou seja, com áreas inferiores a 100 ha, sendo que o número de estabelecimentos que mais se assemelham aos módulos de assentamento rurais (≤30 ha) representam 14,0% dos estabelecimentos da bacia. Apenas uma pequena parte dos estabelecimentos (3,1%) é maior que 3.600 ha, no entanto detém 24,6% da área total da bacia (Figura 32).

A Figura 32 mostra a distribuição dos percentuais da área dos estabelecimentos agropecuários nos diferentes estratos de área. Nesse caso, 44,4% da área dos estabelecimentos estão concentradas no estrato sete (>1.000 a ≤3.600 ha). O estrato cinco, que concentra o maior número de estabelecimentos, detém apenas 12,5% da área das fazendas. Estabelecimentos pequenos, com áreas ≤100 ha possuem 1,3% da área.

Foi elaborado o índice de concentração de Gini para medir o grau de desigualdade da distribuição da riqueza em terras. Detalhes do cálculo ou exemplos de aplicações desse tipo de índice podem ser encontrados em Cadavid García (1986), Hoffman (1979, 1995, 1998) e Silva et al. (2001). O Índice de Gini varia de zero (perfeita igualdade), em que a riqueza é distribuída entre todos, até um (desigualdade máxima), em que toda a riqueza fica concentrada nas mãos de uma única pessoa.

Estabelecimentos (%) por estratos de área (ha)

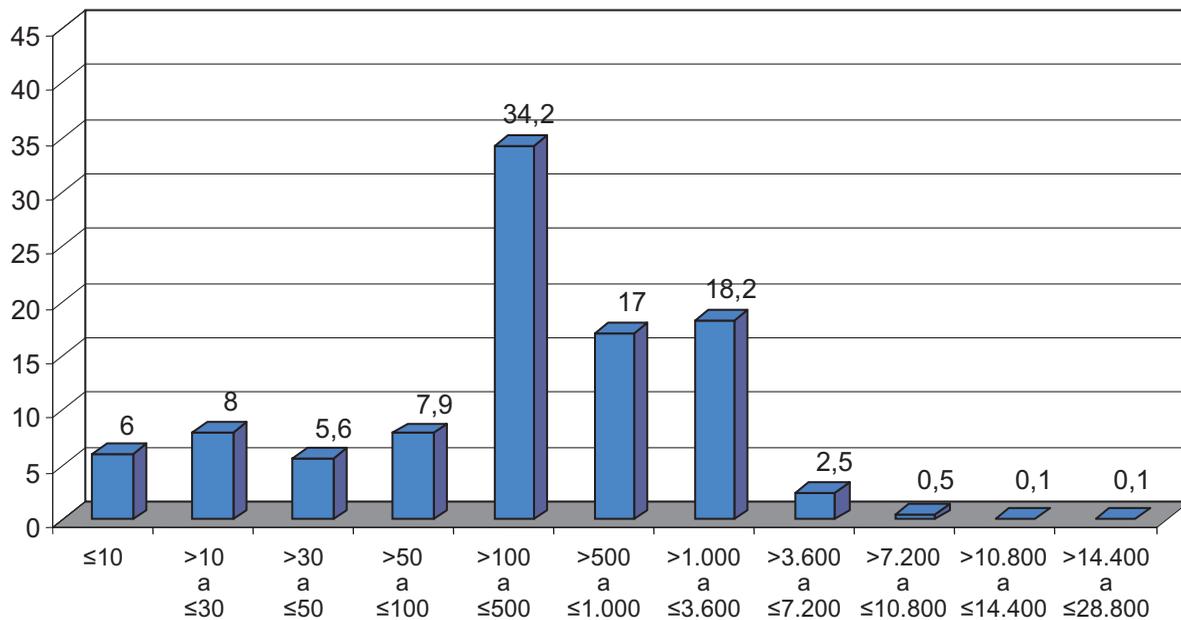


Figura 31. Percentuais do número de estabelecimentos agropecuários por estrato de área em 1996 na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Área (%) por estratos de área (ha)

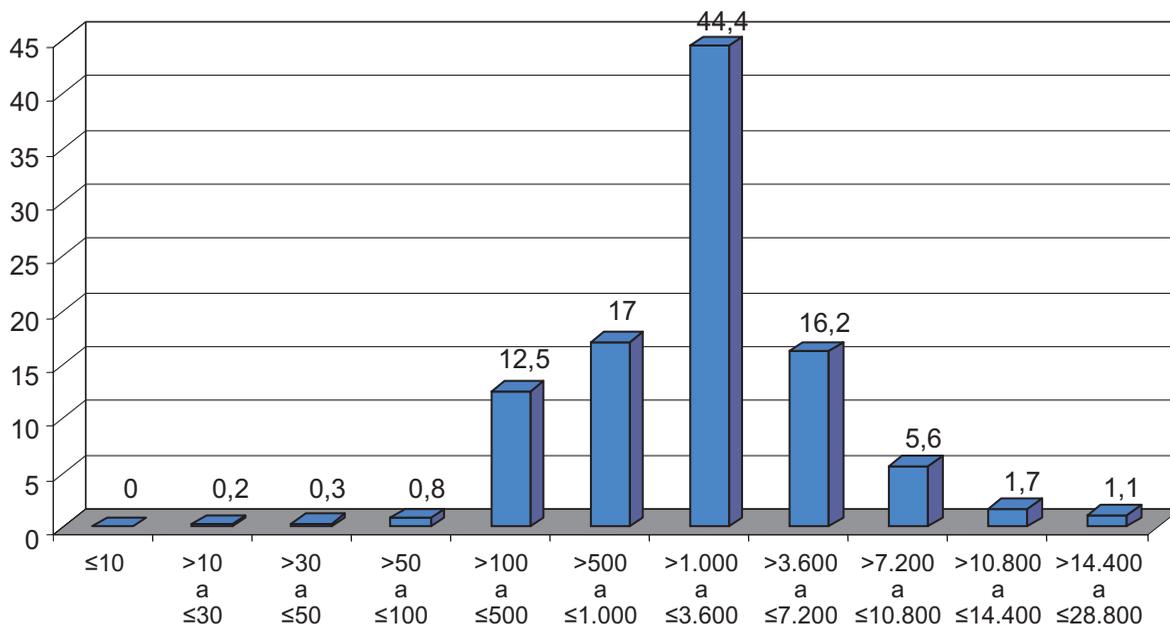


Figura 32. Percentuais da área dos estabelecimentos agropecuários por estrato de área na Bacia do Alto Taquari em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

O índice de Gini (G) foi calculado para a bacia e para as regiões municipais, a fim de verificar a concentração da terra na bacia e nas diferentes subdivisões. De acordo com Iapar (2003) esse índice indica: concentração média (0,251 - 0,500), concentração forte (0,501 - 0,700), concentração muito forte (0,701 - 0,900) e concentração absoluta (0,901 - 1,000). O G da bacia foi estimado em 0,652, demonstrando uma concentração forte na distribuição da terra, porém menor que o $G=0,822$ estimado para Mato Grosso do Sul por Gasques e Conceição (2003). A expressão gráfica desse índice pode ser vista por meio da curva de Lorenz, ilustrada na Figura 33, cuja interpretação é efetuada facilmente pela projeção de qualquer ponto da curva sobre o eixo Y. Como exemplo, tem-se que em torno de 75% dos estabelecimentos estão concentrados em aproximadamente 10% da área, e assim por diante. Nas áreas municipais, os índices de Gini variaram entre 0,514 e 0,755.

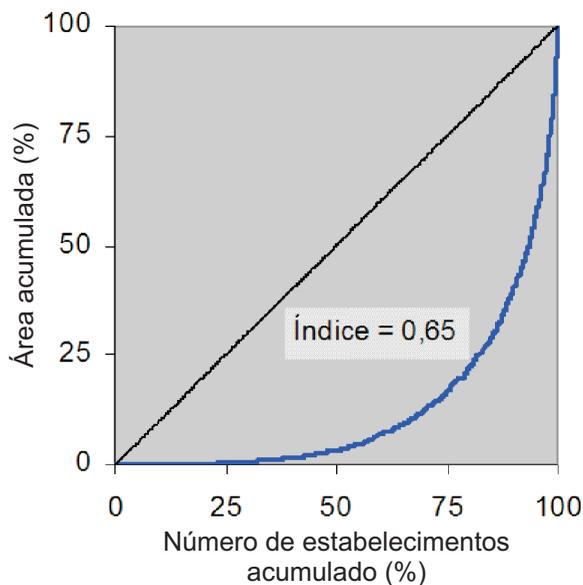


Figura 33. Curva de Lorenz para o Índice de Gini de terras na Bacia do Alto Taquari em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Para visualização do índice de concentração de Gini nas diversas regiões municipais da bacia, elaborou-se o mapa da Figura 34 com três faixas de concentração de terra. As áreas com concentração forte foram subdivididas em duas faixas de concentração (0,501 - 0,624 e 0,625 - 0,700) a fim de ressaltar as diferenças entre as regiões. A faixa de concentração muito forte permaneceu como a definida por IAPAR (2003).

Capítulo 12

Usos da terra e atividades humanas

Elaborou-se o mapa de uso da terra para o ano de 2000, na escala de 1:250.000, utilizando-se de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM. A interpretação foi visual com ampliações da imagem na tela do computador, concomitante à interpretação da vegetação. Adotou-se a mesma legenda utilizada no Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP) (TREDEZINI et al., 1997), acrescida de novas informações.

Esse mapeamento objetivou dimensionar quantitativa e espacialmente as porções territoriais efetivamente usadas ou ocupadas por atividades do setor primário da economia. Além do uso das imagens digitais, das verificações em campo, dos relatórios e das publicações do IBGE (1998a, 1998b) e Mato Grosso do Sul (2003), foram obtidas informações em alguns municípios com técnicos do Instituto da Terra (Idaterra-MS), Prefeitura e Empresa de Consultoria.

Na Tabela 34, são apresentadas as classes de uso da terra mapeadas na bacia a partir de dados de 2000 e, na Figura 35, observa-se a distribuição delas na região, demonstrando a ocorrência das pastagens plantadas em todos os municípios da área de estudo. Nota-se, portanto, que as duas principais atividades econômicas da bacia baseiam-se na pecuária extensiva, desenvolvida sobre as pastagens exóticas e na cultura de grãos.

Às margens dos rios principais, ocorrem atividades de lazer e podem ser encontradas áreas de segunda residência. Pequenos e médios núcleos urbanos concentram-se ao longo dos corredores, ou seja, das rodovias e dos rios principais. Observa-se a ação da indústria areeira, por meio da operação de

Tabela 34. Uso da terra na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Tipos de uso	Área em km ² e %	Área (km ²)	%
Área antrópica	17.397,35 (62,03)		
Pecuária (pastagem plantada)		15.365,29	54,79
Agricultura (soja e milho)		1.989,83	7,09
Urbanização (cidades e povoados)		42,23	0,15
Área natural	10.648,84 (37,97)		
Vegetação nativa (savana e encraves)		10.629,45	37,90
Corpos d'água (rios, córregos e represas)		19,39	0,07
Área total das classes	28.046,19	28.046,19	100,00

dragas, para retirada de material de construção dos leitos de alguns rios da bacia. Nos morrotes extrai-se cascalho para construção ou manutenção das estradas.

De fato, segundo IBGE (1998a, 1998b), as principais atividades econômicas desenvolvidas nos estabelecimentos agropecuários da bacia referem-se à atividade pecuária, atividade mista (pecuária e agricultura) e outras atividades (lavouras, horticultura, silvicultura e exploração vegetal, pesca e aquicultura). Na Figura 36, observa-se a participação dos estabelecimentos nessas atividades, mostrando claramente que a principal atividade econômica da bacia é a pecuária, desenvolvida extensivamente em 81% das fazendas.

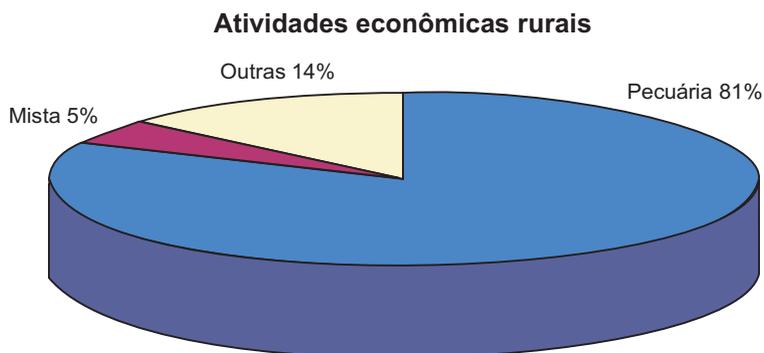


Figura 36. Atividades econômicas desenvolvidas nos estabelecimentos agropecuários da Bacia do Alto Taquari em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Pecuária

A pecuária é desenvolvida sobre o cultivo de pastagens dominado pelas gramíneas do gênero *Brachiaria*, com destaque para *Brachiaria decumbens*, que por não ser muito exigente quanto aos tipos de solo propicia um alto grau de adaptação, tendo sido amplamente implantada em regiões de baixa fertilidade da bacia. Verificam-se, também, em menor escala, as espécies exóticas *B. brizantha* (brizantão), *B. humidicola*, *Hypparhenia rufa* (jaraguá - capim africano), *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Panicum repens* (castela).

Os principais rebanhos da pecuária são formados por bovinos, equinos, suínos, ovinos e aves (galinhas, galos, frangos (as) e pintos); em São Gabriel do Oeste foi observada uma criação de avestruz em 2002. Utilizando os dados censitários de 1996 elaborou-se a Figura 37, em que pode ser observada a quantificação dos rebanhos, destacando-se o de bovinos com 1,64 milhões de cabeças, predominando a raça zebuína nelore adaptada à região, em função de suas características rústicas.

Considerando os dados municipais e utilizando as informações de IBGE (1998a, 1998b), pelo Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003), calculou-se a taxa de expansão desses rebanhos no período de 1996/2000. Dessa forma, obteve-se, então, as taxas de expansão para bovinos (16,46%), equinos (13,59%), suínos (8,83%), ovinos (3,22%) e aves (33,35%).

Supondo-se que a área da bacia tivesse a mesma taxa de expansão para a área formada pelos municípios, o rebanho bovino estimado para a bacia em 2000 seria de 1,91 milhões de cabeças.

O desenvolvimento da bacia, assim como os problemas ambientais, tiveram início na década de 70, com a abertura de áreas para plantação de pastagens e a intensificação da pecuária bovina de corte. A Figura 38 ilustra o crescimento dessa atividade no período de 1970/2000, considerando as informações municipais. Embora a pecuária tenha apresentado um crescimento

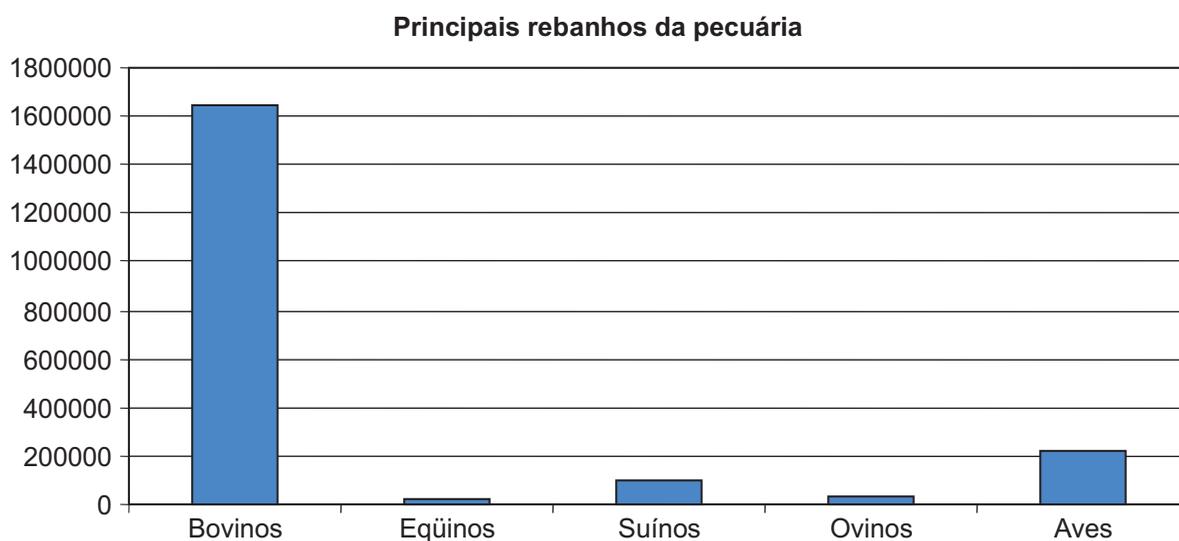


Figura 37. Efetivo dos principais rebanhos da pecuária na Bacia do Alto Taquari, em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída do IBGE (1998a, 1998b).

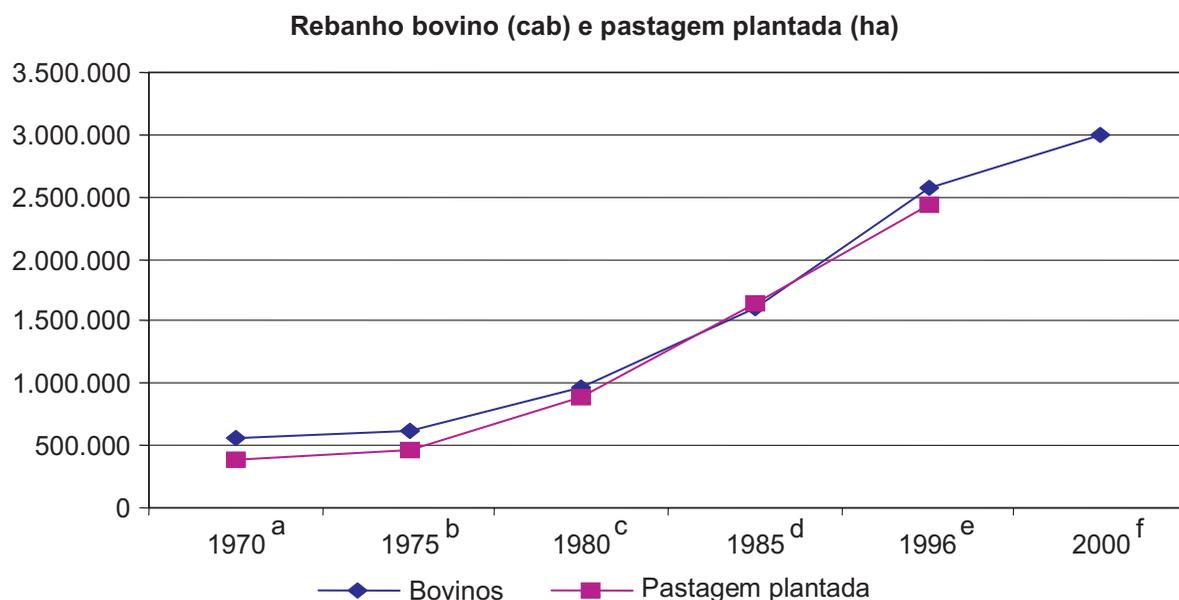


Figura 38. Expansão do rebanho bovino (cab) e pastagem plantada (ha), considerando os municípios da Bacia do Alto Taquari em 1996.

Fonte: ^aIBGE (1975); ^bIBGE (1979a, 1979b); ^cIBGE (1983a, 1983b); ^dIBGE (1990, 1991); ^eIBGE (1998a, 1998b), ^fMato Grosso (2003) e ^gMato Gosso do Sul (2003).

acelerado entre 75/96, parece haver uma leve tendência de diminuição ou estabilização a partir desse período.

Uma das formas de degradação do solo pode ter início com o excesso de bovinos numa mesma área, causando o sobrepastejo e deixando o solo descoberto. Esse sobrepastejo pode ser verificado por meio da taxa de lotação (cab/ha), calculada aqui sem considerar as diferentes categorias de unidades animais. Utilizando a tabulação especial de microdados de IBGE (1998a, 1998b), com um universo de 3.428 estabelecimentos com atividade pecuária, estimou-se a taxa de lotação para a bacia em 0,61 cab/ha, não sendo considerada excessiva, pois em pastagens com boas condições essa taxa costuma ser maior que 1. Entre as regiões municipais essa taxa é bastante variável, com Alto Taquari e Alto Araguaia apresentando as menores taxas (0,31% e 0,36%), respectivamente, e Pedro Gomes com 0,78 cab/ha apresenta a maior taxa de lotação da bacia, seguida de Camapuã e Coxim, ambas com taxa de 0,67%.

Na tentativa de compreender melhor onde há maior pressão da pecuária sobre a terra, a bacia foi desagregada nos setores censitários e calculada a taxa de lotação de bovino para cada um desses setores. Essa desagregação permite identificar porções no território onde a pecuária é mais desenvolvida, e exerce um uso mais intensivo sobre a terra. As taxas são bastante variáveis (0,11 a 1,42 cab/ha), porém esses extremos são excessões, pois a taxa menor encontra-se em Costa Rica, na região agrícola e a maior taxa se encontra nos arredores da cidade de Alcinópolis, que deve possuir uma criação diferenciada. A Figura 39 permite a visualização espacial dessas taxas na bacia, considerando cinco diferentes intervalos de lotação a saber: 1 (0,11-0,32 cab/ha), 2 (0,33-0,54), 3 (0,55-0,76), 4 (0,77-0,98) e 5 (>0,98 cab/ha). Respectivamente, essas classes detêm, 11,8%, 19,6%, 50,8%, 16,0% e 1,8% da área da bacia. Quanto menor a taxa, menor é o impacto sobre o ambiente natural.

Considerando-se a finalidade da criação pecuária, identificou-se na bacia, em 1996, que a pecuária de corte é exercida por 82,0% dos estabelecimentos pecuários, respondendo por 96,9% do rebanho bovino. Os demais estabelecimentos exercem a atividade leiteira (14,7%) e atividade mista de corte e leite (3,3%).

No caso da atividade bovina de corte, as finalidades de cria e recria, juntas ou individuais predominam na bacia, tendo a preferência de 79,0% dos estabelecimentos pecuários com a carga de 68,0% do rebanho. Os demais estabelecimentos pecuários desenvolvem a pecuária de engorda, que pode ser individual ou mista com cria ou recria, ou ambas.

Quanto à prática de inseminação artificial, esta é rara na bacia. Apenas 2,3% dos estabelecimentos pecuários se utilizam dessa técnica, obtendo 2,5% de animais nascidos vivos, em relação ao rebanho bovino da bacia.

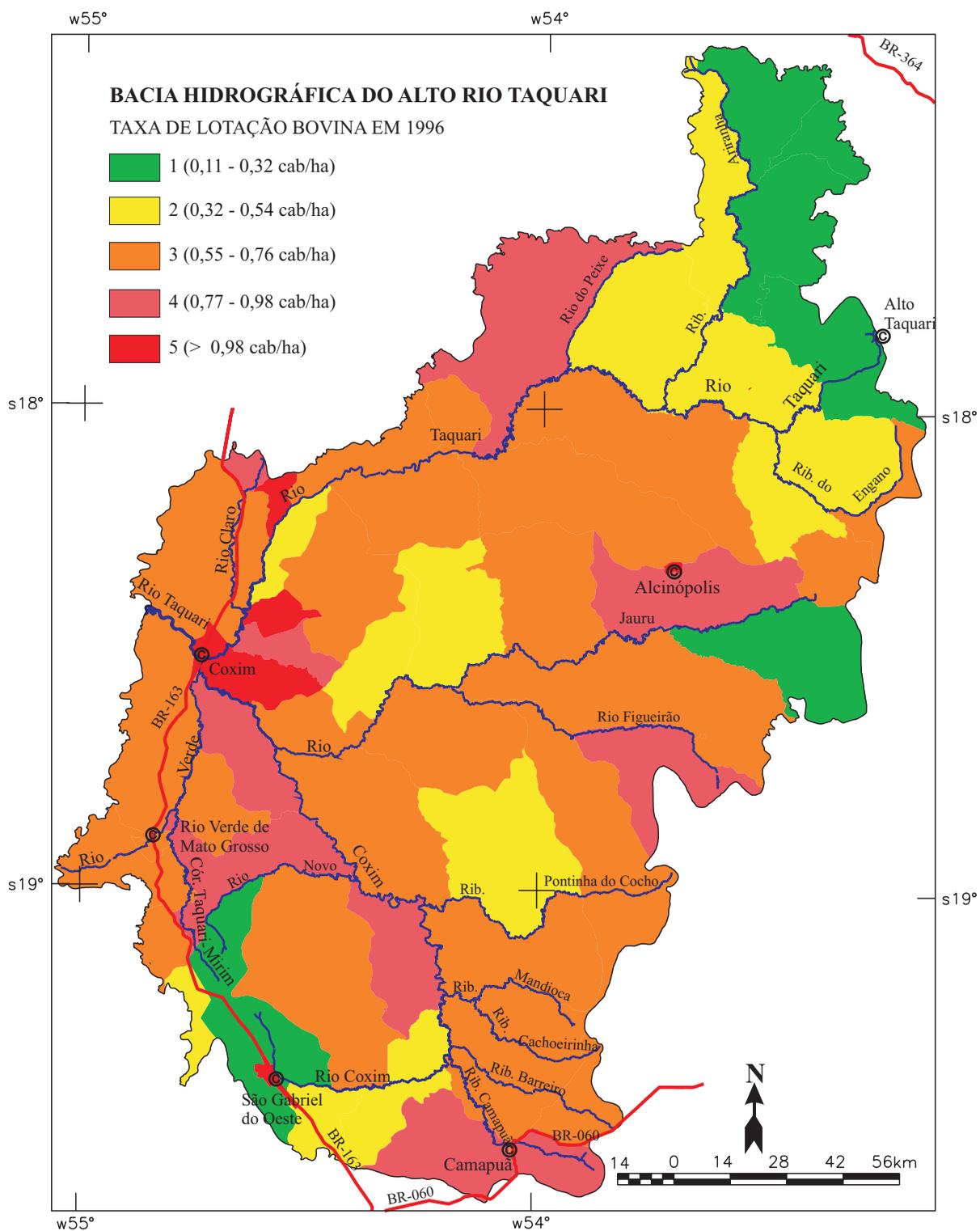


Figura 39. Taxas de lotação (cab/ha) na Bacia do Alto Taquari, em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Agricultura

Dos 62% do território com algum tipo de atividade ou ocupação humana, somente 11,4% são usados para cultivos agrícolas. Em função dos tipos de culturas adotadas na região, é muito comum observar, em campo, o final da colheita de grãos e o preparo do solo para plantio, práticas que expõem extensas áreas de solo nu às intempéries da natureza. Via de regra, a colheita é mecanizada e práticas de irrigações são quase inexistentes, quase não se observando pivôs centrais ou outra forma de irrigação.

O calendário agrícola da região, de maneira geral, varia entre 15 de setembro a 30 de maio para culturas de verão e de 01 de junho a 14 de setembro para culturas de inverno. A soja detém o predomínio absoluto em área plantada no verão, formando uma extensa paisagem de monocultura, seguido de milho e algodão, podendo ser encontrado ainda, arroz de sequeiro e feijão. Já no inverno, essas culturas são substituídas, em ordem decrescente de área plantada, por sorgo, milho (safrinha ou não), milheto, trigo, e, às vezes, nabo forrageiro, feijão e aveia. Porém, isso é bastante variável, podendo mudar de um ano para outro. Na Tabela 31 pode ser verificada a área colhida nos municípios, em 2000, das principais culturas agrícolas implantadas na bacia. Salienta-se que não é possível comparar essa área àquela obtida pelo mapeamento do uso da Terra (Tabela 34), uma vez que há mais de uma safra anual e, além disso, nem toda área plantada do município localiza-se no interior da bacia, exceto Alcinópolis.

Em números relativos, a soja (Tabela 35) representa 62,3% da área colhida, seguida do milho (20%) e do sorgo (8,7%). As maiores áreas colhidas dessas três culturas encontram-se no município de São Gabriel do Oeste, com 60,5%, 43,5% e 57,1%, respectivamente. O algodão e o arroz têm suas maiores áreas colhidas no Município de Costa Rica, sendo responsável, respectivamente, por 78,8% e 55,6% de toda a área colhida da bacia. Já a área colhida de feijão é inexpressiva na bacia, sendo responsável por apenas 0,3% dela, com mais de $\frac{3}{4}$ (77,6%) nos Municípios de Alto Taquari e Rio Verde. Na última coluna dessa tabela, pode-se observar que,

Tabela 35. Área colhida (ha) das principais culturas agrícolas em 2000, nos municípios que compõe as lavouras da Bacia do Alto Taquari.

Municípios	Área colhida (ha) em 2000								
	Algodão	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Sorgo	Trigo	Outras	Total
MT									
Alto Taquari*	2.357	3.000	500	12.000	60.000	13.000	400	17	91.274
MS									
Coxim	0	125	50	500	7.000	0	0	873	8.548
Costa Rica	14.000	5.000	50	15.500	58.000	2.000	2.500	107	97.157
Rio Verde	0	200	400	2.500	4.100	150	0	192	7.542
São Gabriel	1.115	120	160	49.000	110.000	20.000	4.000	38	184.433
Camapuã	0	200	0	290	8.700	0	0	50	9.240
Alcinópolis	808	350	0	1.400	5.500	206	0	79	8.343
Total	18.280	8.995	1.160	81.190	253.300	35.356	6.900	1.356	406.537
%	4,5	2,2	0,3	20,0	62,3	8,7	1,7	0,3	100,0

* Dados de 1999. Obs. Outras = Abacaxi, banana, laranja, limão, mandioca, borracha, uva e coco da Bahia.

Fonte: Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003).

juntos, os Municípios de Alto Taquari, Costa Rica e São Gabriel do Oeste totalizam 373.864 ha ou 91,7% da área colhida na bacia.

Nota-se, portanto, que a agricultura na bacia é essencialmente baseada em lavouras temporárias; para o ano de 1996 destacaram-se a produção de: arroz, feijão, milho, soja, sorgo e trigo. Já em 2000 foi contabilizada, também, a produção de algodão (Tabela 35).

Considerando os dados municipais obtidos de: IBGE (1998a, 1998b), Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003), calculou-se a taxa de expansão (Tabela 36) da área colhida e da produção desses seis produtos no período de 1996/2000. Admitindo-se que a expansão agrícola na bacia seja semelhante à expansão agrícola das áreas formadas pelos municípios que a compõem, as taxas de expansão da Tabela 32 foram aplicadas aos dados de 1996, elaborando-se a Figura 40.

Tabela 36. Taxas de expansão da produção agrícola e área colhida no período 1996/2000, considerando os municípios que compõem a Bacia do Alto Taquari.

Taxas	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Sorgo	Trigo
Taxa expansão de área 96/00 (%)	144,87	133,49	121,70	129,01	1.465,84	1.053,44
Taxa expansão de produção 96/00 (%)	196,57	77,92	76,54	135,54	810,18	1.060,15

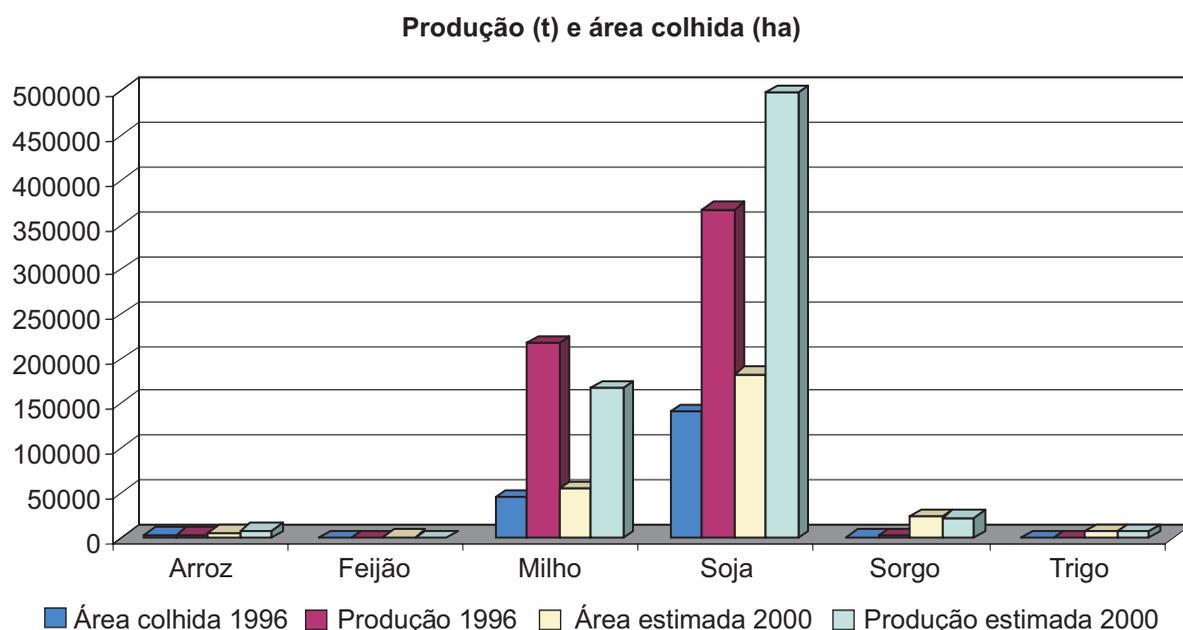


Figura 40. Produção (t) e área colhida (ha) das principais culturas agrícolas da Bacia do Alto Taquari, nos anos de 1996 e 2000 (estimativa).

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Observa-se na Figura 40 que a cultura de soja, em 1996, é predominante na bacia, tanto em área colhida, quanto em produção, respondendo, respectivamente, por 72,8% e 61,8%. A estimativa para o ano de 2000 aponta crescimento nessas duas variáveis, tornando absoluto seu cultivo na bacia. Já o milho, segunda cultura de maior predominância na área de estudo, não

apresenta comportamento semelhante. A estimativa para o ano de 2000 indica expansão da área colhida, porém com uma retração na produção. A produtividade do milho teve uma queda acentuada entre 1996 e 2000, passando de 6,83 t/ha para apenas 2,95 t/ha, enquanto a soja apresentou um leve acréscimo, passando de 2,54 t/ha para 2,67 t/ha. As outras culturas são inexpressivas em termos de representatividade na bacia.

Considerando apenas as duas culturas de maior predominância na bacia, foi elaborada a Figura 41, na qual pode ser observada a produção e a área colhida de milho e soja referente ao ano de 1996, nas diversas áreas municipais. Observa-se, nessa figura, que as regiões da bacia pertencente aos municípios de São Gabriel do Oeste, Alto Taquari e Costa Rica são as maiores produtoras de milho, respondendo por 85% da produção e ocupando 90% da área colhida. No caso da soja o comportamento é semelhante a essas três regiões, produzindo 89% dos grãos e ocupando 87% da área colhida.

Produção e área colhida em 1996

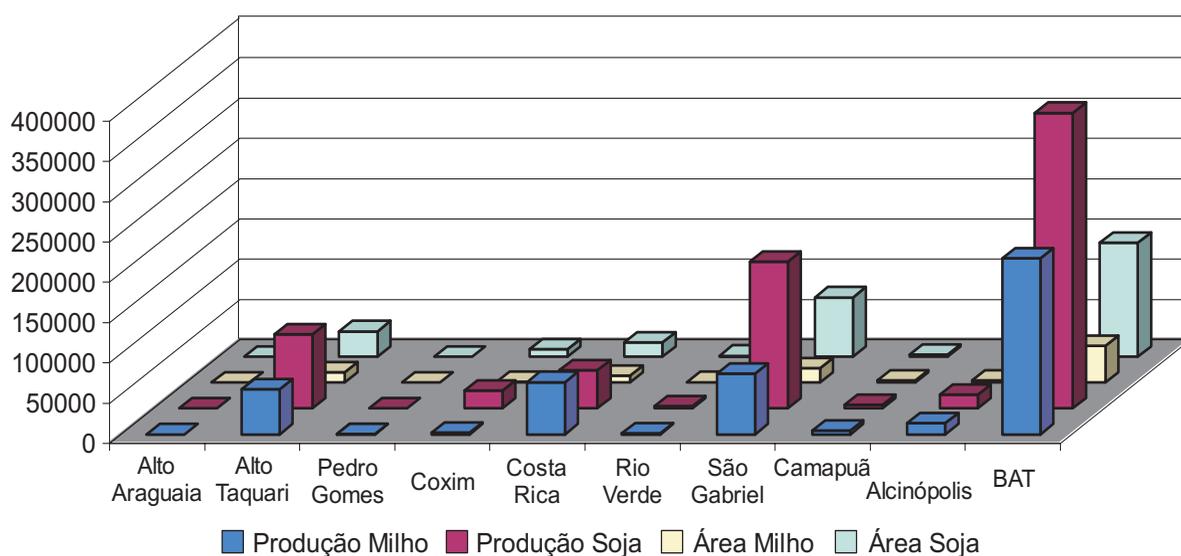


Figura 41. Distribuição da produção e da área colhida de milho e soja nas regiões municipais da Bacia do Alto Taquari, em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Apesar de ocorrerem áreas com adequabilidade de relevo e de solo para reflorestamento, ele não ocupa parcelas expressivas na região. Foram observadas duas pequenas manchas de eucaliptos no município de Coxim, ao norte da cidade, entre esta e o aeroporto. No município de Rio Verde, próximo à divisa com São Gabriel do Oeste, também foi observado um pequeno reflorestamento de eucalipto. A área total desses reflorestamentos tem aproximadamente 250 ha e foi agregada à área de agricultura (Tabela 34).

A agricultura perene é inexpressiva, com pequenas manchas dispersas pela região, que podem concentrar pequenos e médios lotes com agricultura anual/semi-perene/perene intercalados com pastagens plantadas. No município de Alcinoópolis, observou-se uma plantação de seringueira em torno de oito ha. No município de Coxim, partindo do distrito de Silvianópolis, em

direção à cidade de Alcínópolis, pela Estrada MS217/BR359, aparecem nos primeiros 10 km algumas chácaras com pequenas plantações em roças ou pomares de diversas culturas, tais como: banana, mamão, mandioca, milho, cana-de-açúcar, laranja, manga, coco, além de hortaliças. Entretanto, tais plantações não são destinadas à comercialização, sendo basicamente para consumo próprio. Nesse mesmo município, no distrito de São Romão, onde anteriormente houve pequenas lavouras, tais áreas, atualmente, encontram-se sob pastagens plantadas para gado de corte. Na colônia Paredes, Município de Rio Verde, onde também já existiram pequenas lavouras, atualmente tais áreas foram convertidas em pastagens plantadas para gado de corte e de leite. Devido à escala de mapeamento utilizada ser pequena, as lavouras próximas a Silviolândia não foram delimitadas no mapa de uso da terra.

Para arar a terra, plantar e colher, são necessários tratores e máquinas que podem indicar o desempenho da atividade na região, bem como indicar os possíveis impactos sobre o meio ambiente, se tal atividade não foi planejada e organizada. Dos 3.781 estabelecimentos agropecuário identificados na Bacia do Alto Taquari para o ano de 1996, 51,1% deles possuíam pelo menos um trator, 5,9% possuíam pelo menos uma máquina colheitadeira e 14,1% possuíam, pelo menos, uma máquina para plantio. Esses estabelecimentos apresentam média e desvio padrão de $1,98 \pm 2,13$ trator/estab, $1,90 \pm 1,72$ máquinas para plantio/estab e $2,46 \pm 2,55$ colheitadeiras/estab.

O número de tratores por estabelecimento foi espacializado por setores censitários (Figura 42) em quatro classes. Criou-se uma classe para os estabelecimentos com nenhum trator e para o restante subdividiu-se o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, em três classes:

1. Estabelecimentos com nenhum trator;
2. Estabelecimentos com menor número de tratores (1 a 3,48);
3. Estabelecimentos com médio número de tratores (3,49 a 5,97);
4. Estabelecimentos com maior número de tratores (5,98 a 8,46).

O número de máquinas para plantio por estabelecimento foi espacializado por setores censitários (Figura 43) em quatro classes. Criou-se uma classe para os estabelecimentos com nenhuma plantadeira e para o restante subdividiu-se o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, em três classes:

1. Estabelecimentos com nenhuma plantadeira;
2. Estabelecimentos com menor número de plantadeiras (1 a 2,52);
3. Estabelecimentos com médio número de plantadeiras (2,53 a 4,05);
4. Estabelecimentos com maior número de plantadeiras (4,06 a 5,58).

O número de máquinas colheitadeiras por estabelecimento foi espacializado por setores censitários (Figura 44) em quatro classes. Criou-se uma classe para os estabelecimentos com nenhuma colheitadeira e para o restante subdividiu-se o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, em três classes:

1. Estabelecimentos com nenhuma colheitadeira;
2. Estabelecimentos com menor número de colheitadeiras (1 a 2,62);
3. Estabelecimentos com médio número e colheitadeiras (2,63 a 4,25);
4. Estabelecimentos com maior número de colheitadeiras (4,26 a 5,88).

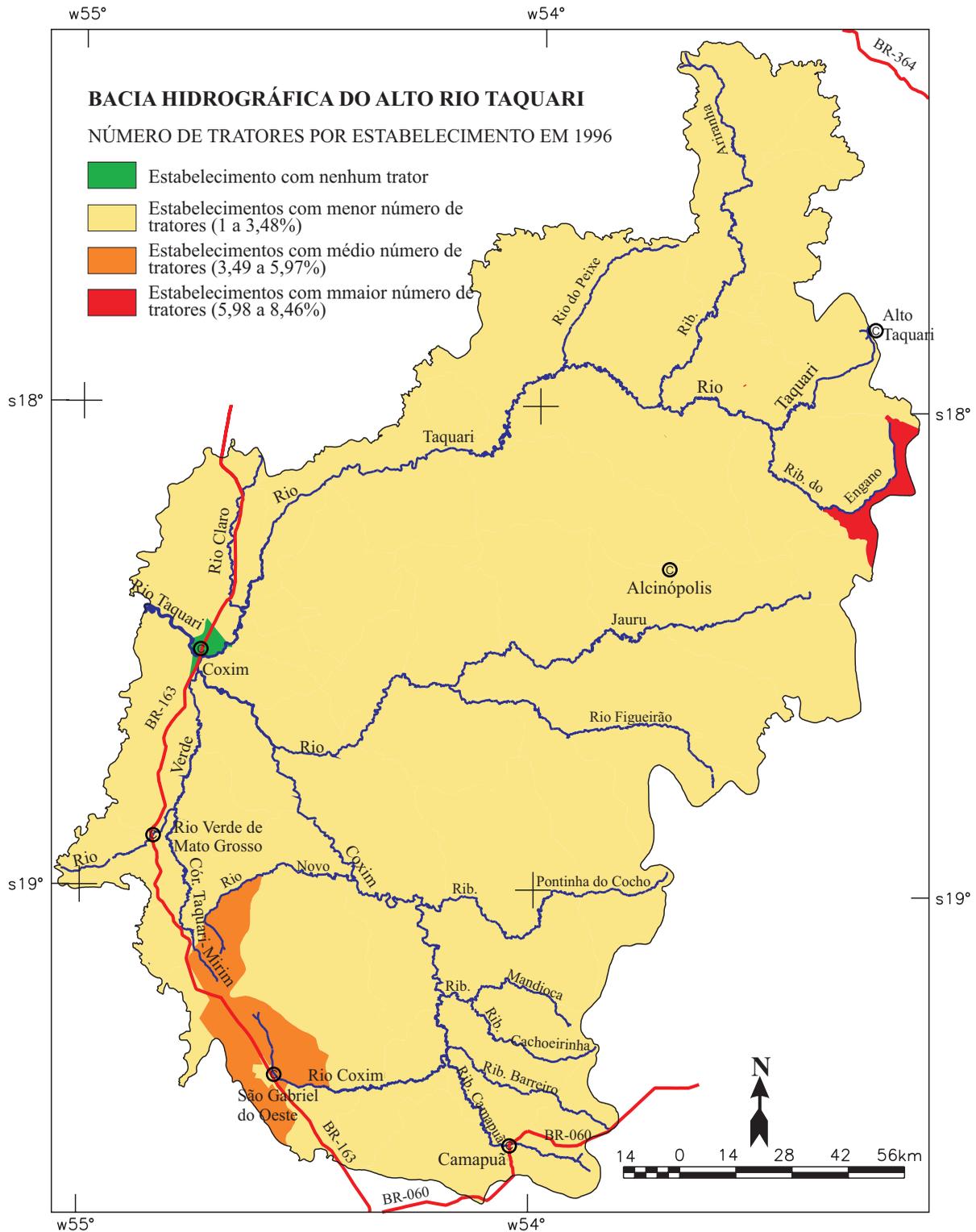


Figura 42. Número de tratores por estabelecimento na Bacia do Alto Taquari em 1996, considerando somente aqueles que possuem tratores.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

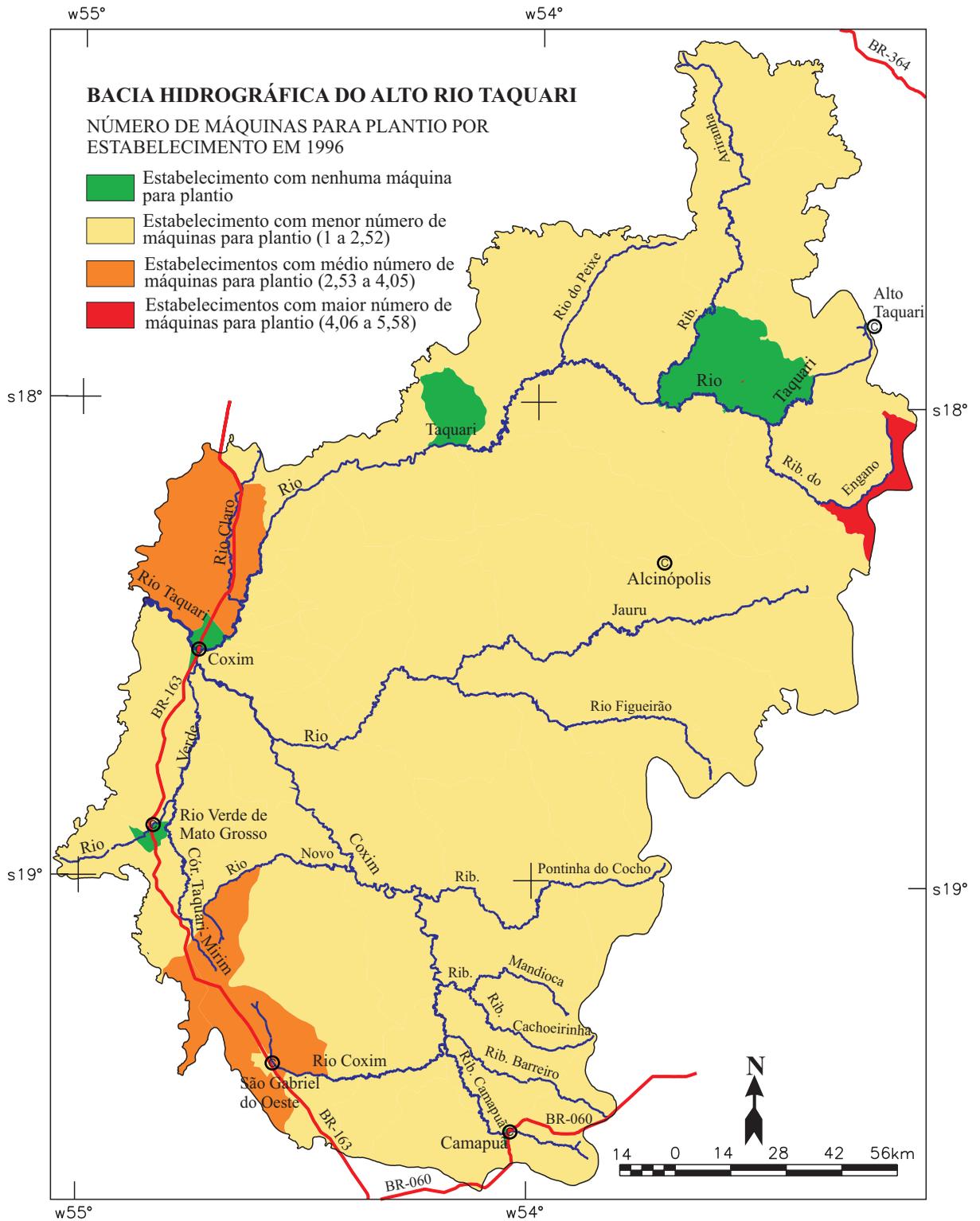


Figura 43. Número de máquinas para plantio por estabelecimento na Bacia do Alto Taquari em 1996, considerando somente aqueles que possuem máquina para plantio.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

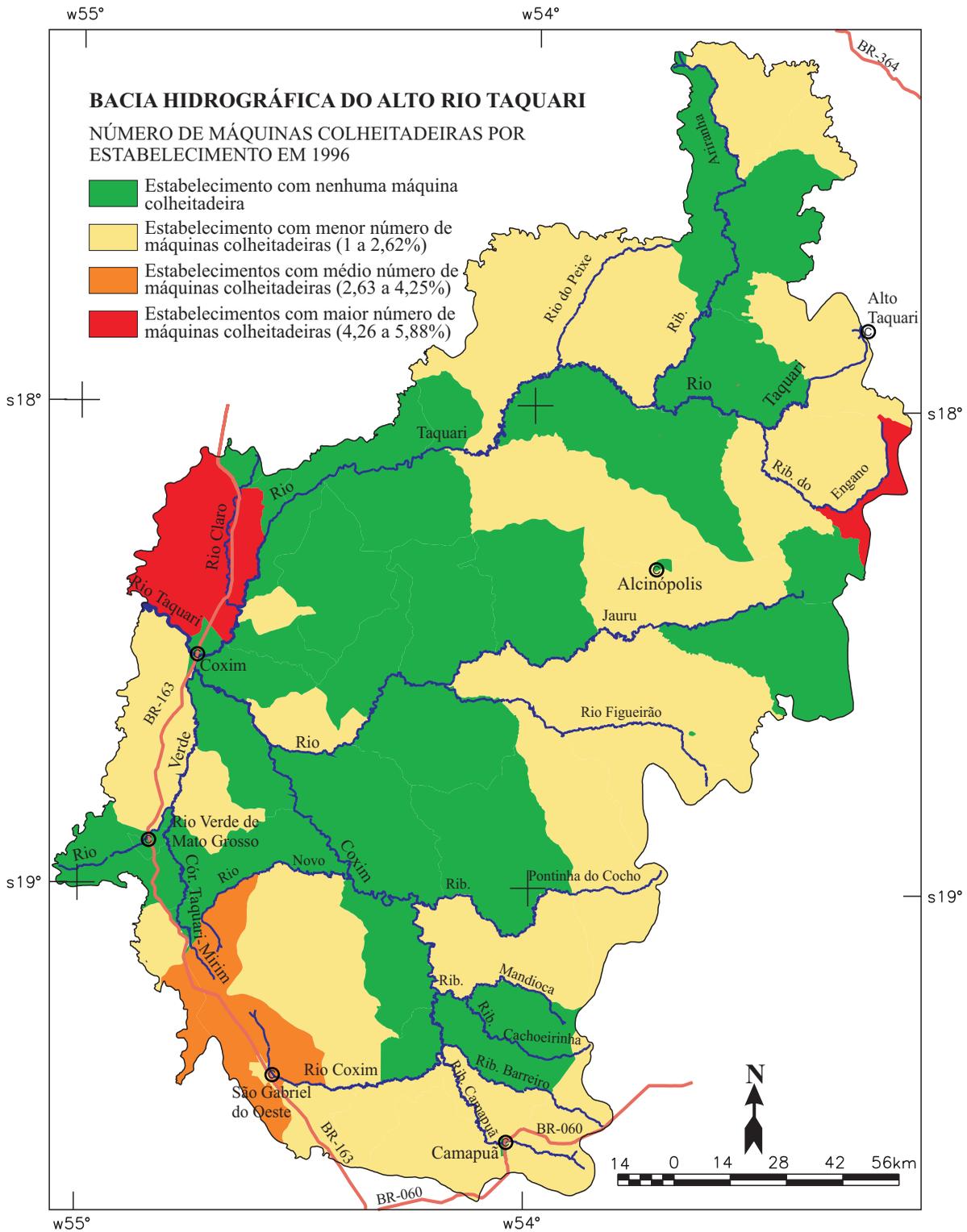


Figura 44. Número de máquinas colheitadeiras por estabelecimento na Bacia do Alto Taquari em 1996, considerando somente aqueles que possuem máquina colheitadeira.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Considerando que quanto maior a densidade de tratores e máquinas, maiores são os impactos causados ao ambiente natural, considera-se então, para efeito desse zoneamento ambiental, que o melhor seria uma agropecuária com menos maquinários, mesmo que isso contrarie a lógica do desenvolvimento econômico. Em função disso, as classes 1 a 4 poderiam ser classificadas qualitativamente como ótima (1), boa (2), regular (3) e ruim (4).

Indústria

As atividades industriais na bacia são inexpressivas e, segundo Rebêlo Júnior et al. (1997), as atividades que influenciam o perfil da região são as indústrias de transformação, ligadas diretamente aos interesses da pecuária. São verificados na bacia: um matadouro frigorífico para bovinos, dois laticínios e um posto de resfriamento de leite. Ressalta-se que esses tipos de uso não foram espacializados no presente estudo.

Em Rio Verde encontra-se o Frigorífico River Ltda, com capacidade de abate de 400 cab/dia e licença de exportação para a Europa, tendo iniciado suas atividades em 1991. Possui em torno de 140 empregados, e compra gado dos municípios de Rio Verde, São Gabriel do Oeste, Camapuã, Alcinópolis, Pedro Gomes e Sonora, com este último fora da bacia.

Em Coxim, encontra-se o Laticínio Mariana, com capacidade para processar 10 mil litros de leite por dia; os queijos, principalmente a mussarela, utilizam 80% da produção. O restante é para produção do leite tipo C. Possui 13 empregados e funciona em condições precárias. Em Camapuã, encontra-se o Laticínio União Ltda, com capacidade para processar 32 mil litros de leite por dia e funciona há mais de 25 anos. Possui 23 empregados e efetua análise do leite, produzindo principalmente queijo mussarela.

Em Camapuã, encontra-se, também, o Posto de Resfriamento Imbaúba, com capacidade para processar sete mil litros de leite por dia, que depois de resfriado é transportado para fora da bacia. Possui seis empregados.

Baseando-se nos dados de Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003) e, considerando apenas os seis municípios que possuem sede dentro da bacia, foi identificado, no ano de 2000, 134 estabelecimentos industriais, distribuídos em 23 diferentes ramos de atividade. Os ramos de produtos alimentícios, minerais não metálicos, metalúrgicas, madeiras e mobiliários representam $\frac{3}{4}$ desses estabelecimentos. A Figura 45 mostra a distribuição percentual deles na bacia, onde pode ser observado que o ramo de atividade de produtos alimentícios predomina na região, com 49% dos estabelecimentos, seguido do ramo de minerais não metálicos, com 16%. A Figura 46 mostra o percentual desses cinco ramos de atividades nos municípios da bacia, onde se observa que a maior concentração de estabelecimentos industriais localiza-se no município de Coxim (32%) e, somando-se Rio Verde e São Gabriel do Oeste, a concentração atinge 74%.

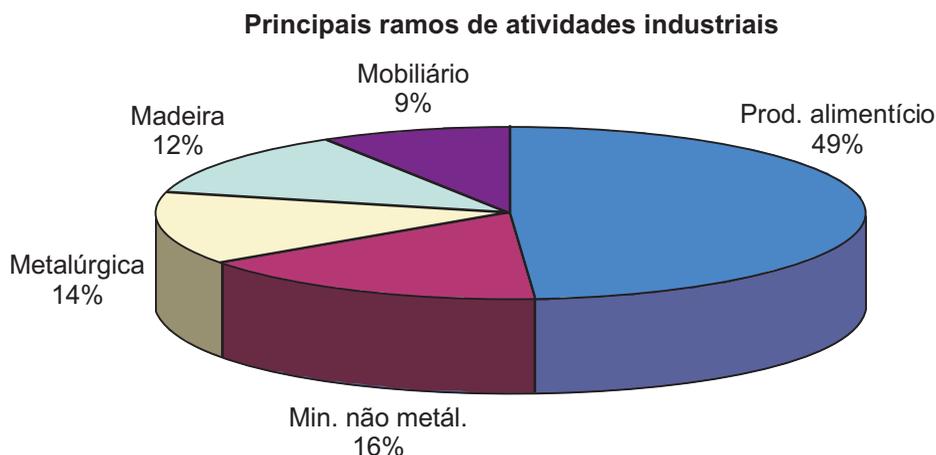


Figura 45. Percentuais dos estabelecimentos, segundo os principais ramos de atividades industriais na Bacia do Alto Taquari, em 2000.

Fonte: adaptado de Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003)

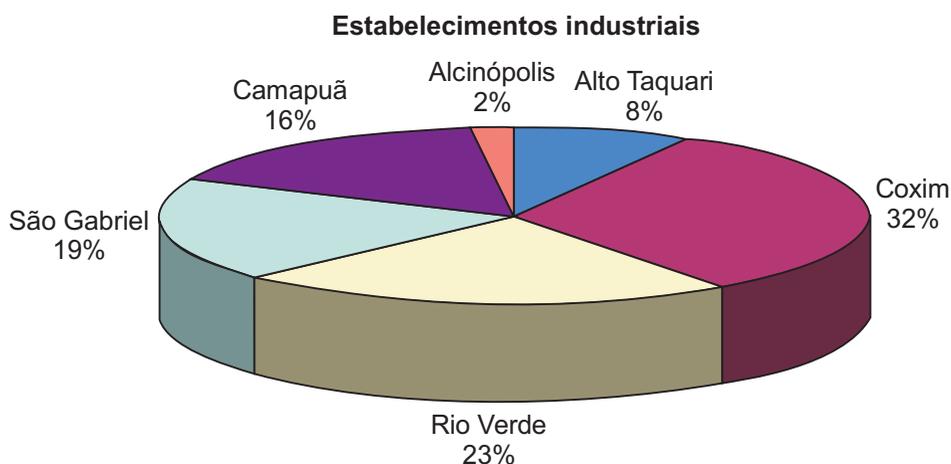


Figura 46. Distribuição dos estabelecimentos nos municípios da Bacia do Alto Taquari em 2000, segundo os seis principais ramos de atividades industriais.

Fonte: adaptado de Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003).

A atividade da indústria oleireira foi verificada em Coxim e em Rio Verde. Este considerado o pólo cerâmico do Estado. A argila, matéria-prima essencial, pode ser extraída sob forma manual, via emprego de pás, ou por intermédio de motoniveladoras, trabalho realizado, geralmente, nas proximidades das margens dos rios ou córregos.

A extração de areia foi observada, também, em Coxim e em Rio Verde. O processo de produção é composto por uma draga que fica no interior do córrego ou do rio, bombeando a areia para um tanque que separa a areia da água.

Práticas de conservação de solo

As práticas de conservação de solo são tecnologias adotadas por uma parte dos produtores da região. Utilizando a tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b), determinou-se que dos 3.777 estabelecimentos agropecuários da bacia em 1996, com declaração de área, 22,5% utilizaram, pelo menos, uma prática de conservação de solo, cobrindo uma área de 1.028.631 ha, ou 36,8% da área recenseada. Curva de nível, terraceamento e outras (não identificadas) foram as práticas declaradas; um mesmo estabelecimento pode fazer uso de mais de um tipo dessas práticas. Nos 22,5% dos estabelecimentos que fazem conservação de solo, verificou-se que a curva de nível é a prática de conservação de solo mais difundida entre eles, sendo adotada em pelo menos 76% dos estabelecimentos, seguido pelo terraceamento, adotado em pelo menos 54,5%, e por outros tipos de práticas de conservação, adotadas em pelo menos 13,2% dos estabelecimentos.

Entre os municípios, o número de estabelecimentos agropecuários que utilizam práticas de conservação é bastante variável. Em valores absolutos, São Gabriel do Oeste e Camapuã são os municípios que mais possuem estabelecimentos utilizando algum tipo de prática de conservação de solo. No entanto, para melhor comparação, foi elaborada a Figura 47 com os valores relativos dos estabelecimentos com prática de conservação nos diferentes municípios e na bacia. Verifica-se que Alto Taquari parece ser o município com o melhor programa de conservação de solo, atingindo 80,6% dos estabelecimentos situados na bacia. Em seguida aparece o município de São Gabriel do Oeste, aproximando-se de 50%. Camapuã e Alcinópolis aplicam

Estabelecimentos (%) com prática de conservação de solo

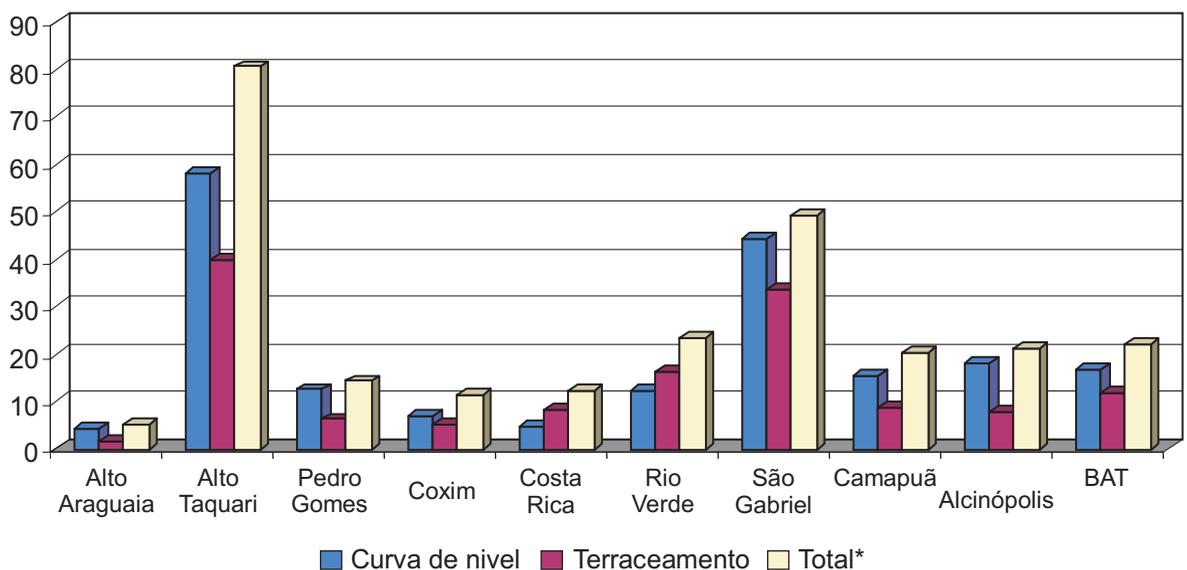


Figura 47. Percentual de estabelecimentos agropecuários na Bacia do Alto Taquari em 1996, com aplicação de alguma prática de conservação de solo.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

alguma técnica de conservação de solo em aproximadamente 20% dos seus estabelecimentos agropecuários.

O percentual de estabelecimentos com alguma prática de conservação de solo foi espacializado (Figura 48), por setores censitários, em quatro classes. Criou-se uma classe para os estabelecimentos com nenhuma prática de conservação e para o restante subdividiu-se o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, em três classes:

1. Estabelecimentos com nenhuma prática de conservação de solo;
2. Menor percentual de estabelecimentos com utilização de práticas de conservação de solo (1,6 a 34,4%);
3. Médio percentual de estabelecimentos com utilização de práticas de conservação de solo (34,5 a 67,3%);
4. Maior percentual de estabelecimentos com utilização de práticas de conservação de solo (67,4 a 100%).

Qualitativamente, as classes acima poderiam ser classificadas em ruim (1), regular (2), boa (3) e ótima (4).

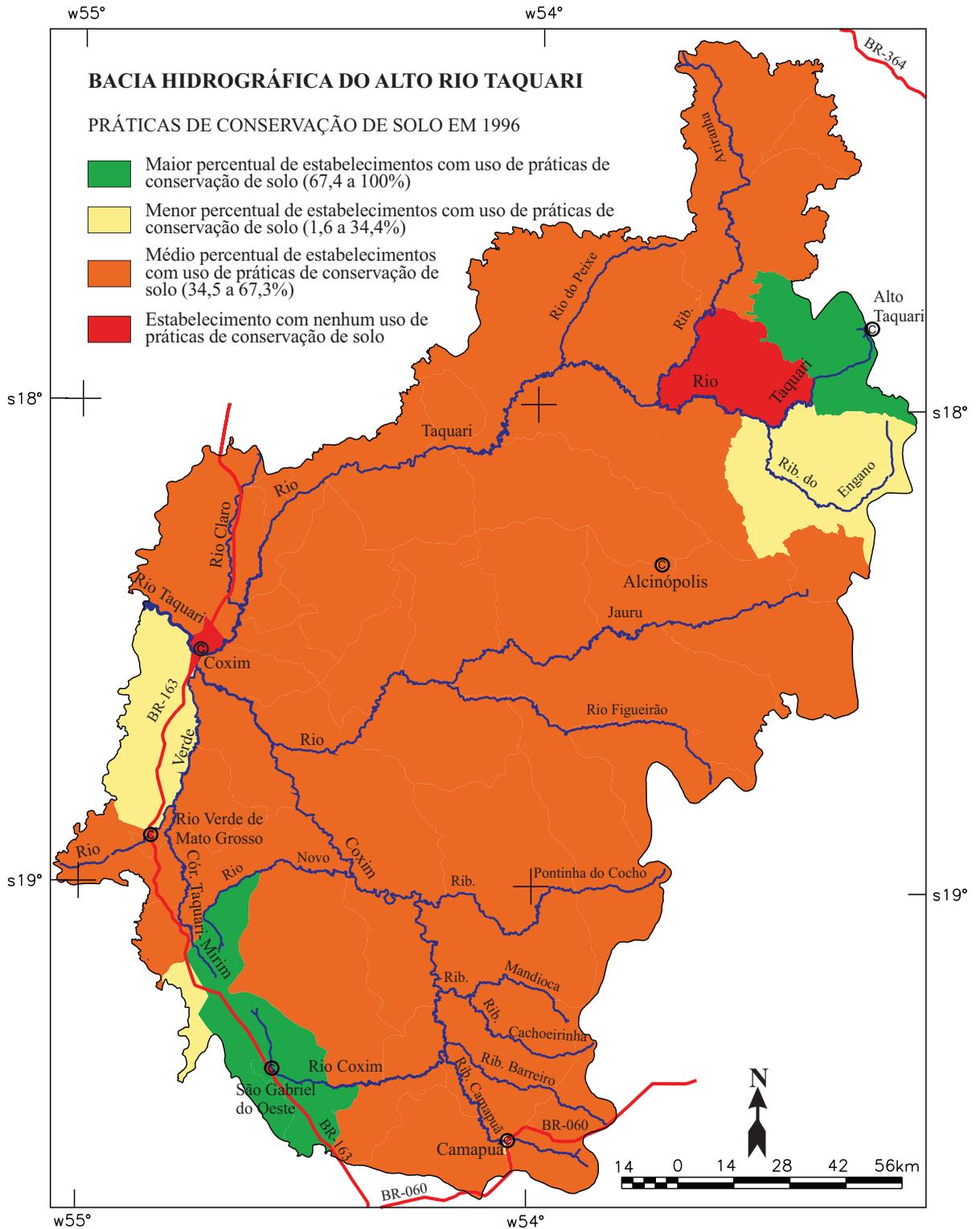


Figura 48. Percentual de estabelecimentos com aplicação de alguma prática de conservação de solo na Bacia do Alto Taquari em 1996, considerando apenas aqueles que utilizam.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

Capítulo 13

Aspectos da infraestrutura social e econômica

Transporte

O transporte de passageiro entre as sedes municipais ou distritais é realizado por ônibus, que mantêm, pelo menos, uma linha diária, percorrendo as rodovias principais da região (estaduais ou federais). Entre as fazendas ou entre as sedes destas e a rodovia mais próxima onde circulam ônibus, o transporte pode ser efetuado por caminhões, utilitários, reboques puxados por tratores ou veículos de tração animal. Na Figura 49 são apresentados os principais meios de transportes utilizados na área rural da bacia, quantificados para 1996, obtidos pela agregação de setores censitários do IBGE.

Tanto a entrada quanto a saída de cargas (insumos, alimentos etc) e também de produtos agrícolas e bovinos, são efetuadas

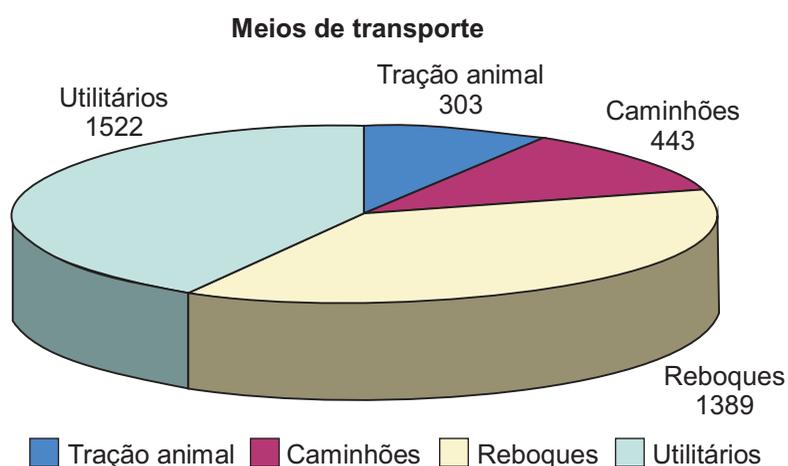


Figura 49. Principais meios de transporte utilizados na Bacia do Alto Taquari em 1996.

Fonte: Tabulação especial de microdados extraída de IBGE (1998a, 1998b).

por caminhões e carretas, utilizando as estradas rodoviárias. Apesar de a maioria do gado ser transportado por caminhões-gaiolas, ainda é comum verificar o transporte de bovinos “a pé”, formando extensas boiadas nas estradas. A malha rodoviária é formada por trechos de três estradas federais (BR-060, BR-163 e BR-359), 12 estradas estaduais parciais ou não e inúmeras estradas vicinais. Na Figura 50, observa-se a malha rodoviária estadual e federal. As únicas estradas pavimentadas que cortam a bacia referem-se aos primeiros 15 quilômetros da MS-217, sentido Coxim-Alcinópolis e os trechos das BRs 060 e 163, porém nenhuma delas é duplicada. A bacia possui cerca de 240 km de estradas pavimentadas no seu interior, implicando numa densidade de 0,008 km/km², enquanto que para as outras estradas (implantadas e leitos naturais) a densidade chega a 0,037 km/km². A Ferrovia FerroNorte percorre um pequeno trecho ao lado da borda leste da bacia, cruzando os municípios de Costa Rica, Alto Taquari e Alto Araguaia. Salienta-se que, em Alto Taquari, essa ferrovia corta a nascente do Rio Taquari.

Para fins de espacialização (Figura 51) da situação das estradas na bacia, foram considerados quatro tipos de estradas existentes em cada município, agregados nas seguintes classes:

1. Estradas em leitos naturais + implantadas;
2. Estradas em leitos naturais + implantadas + pavimentadas;
3. Estradas em leito natural + implantadas + pavimentadas + ferrovia cruzando a bacia ou numa proximidade menor que 30 km do seu limite.

Numa classificação qualitativa das classes propostas, a situação das estradas pode ser considerada Ruim (1), Média (2) e Boa (3).

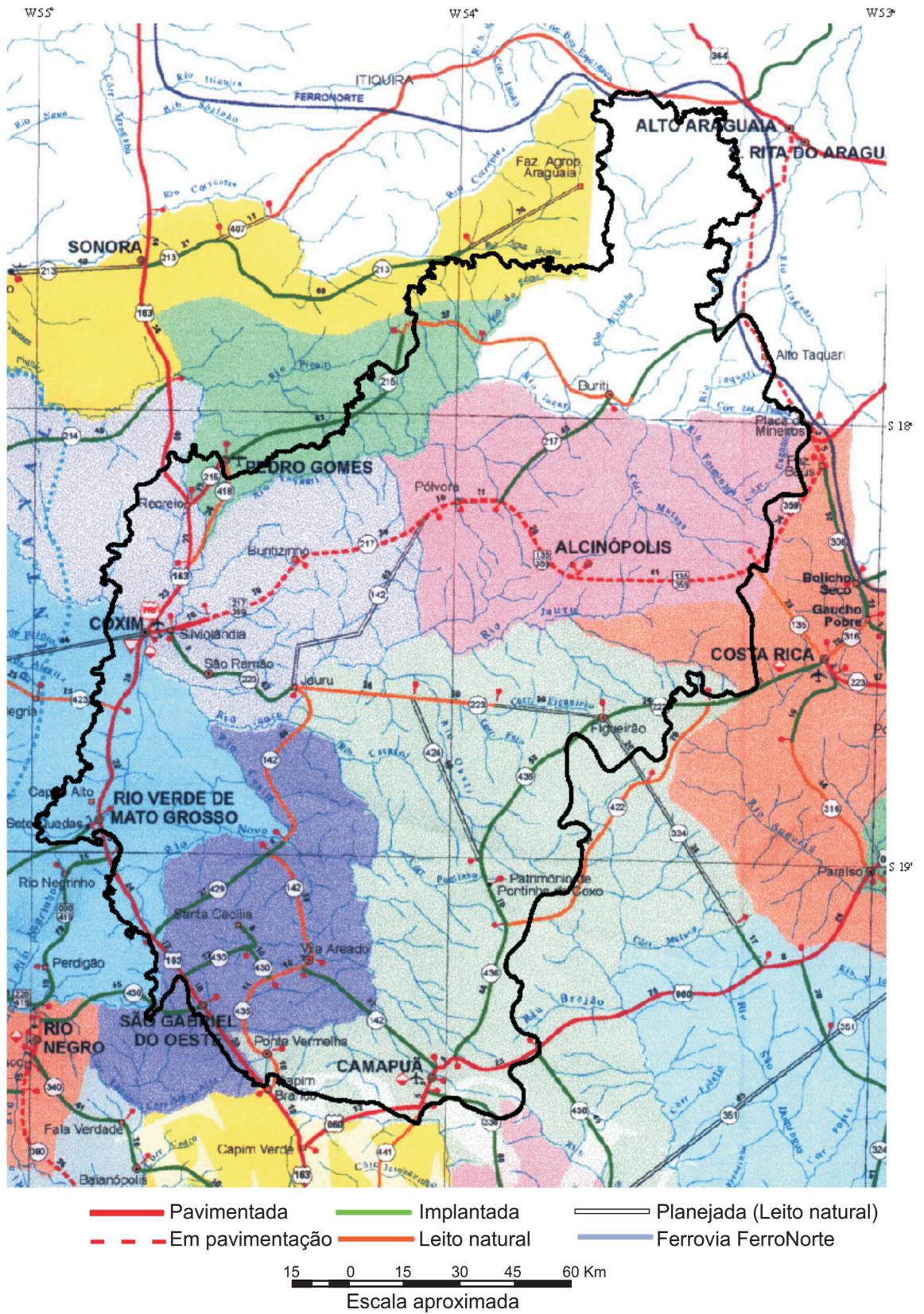


Figura 50. Malha rodoviária da Bacia do Alto Paraguai em 2001.

Fonte: Agência Estadual de Gestão de Empreendimentos de Mato Grosso do Sul (2001).

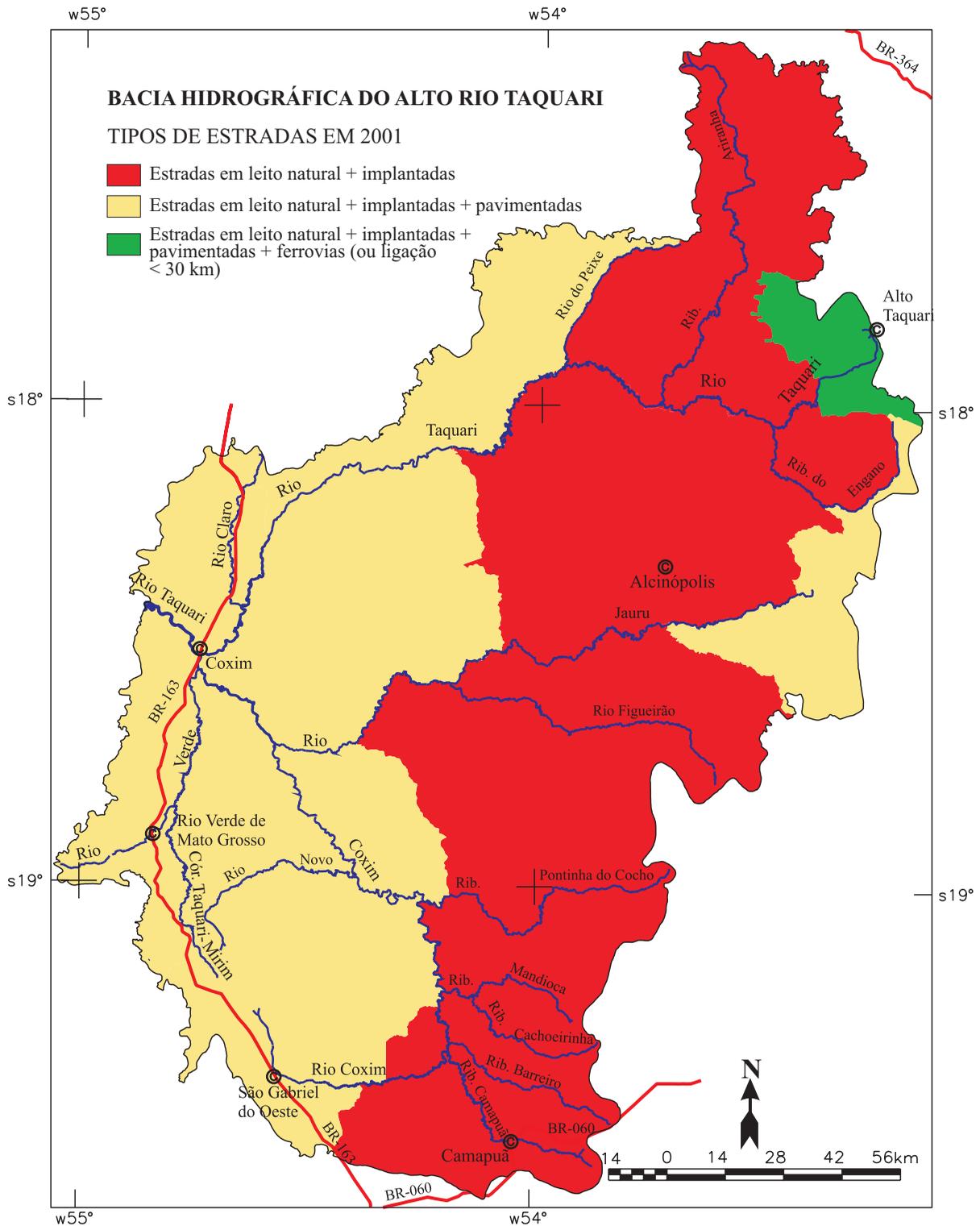


Figura 51. Situação das estradas da Bacia do Alto Paraguai em 2001.

Energia elétrica

A cobertura média do atendimento domiciliar na bacia atinge 91,4% dos domicílios consumidores, incluindo os domicílios rurais e urbanos residenciais. Coxim, Rio Verde, São Gabriel e Costa Rica são os municípios que possuem melhor cobertura de atendimento domiciliar, posicionando-se acima da média observada. Por outro lado, Alcinópolis possui a pior taxa de atendimento, com 71,9%. Variando em torno da taxa de atendimento de 80%, encontram-se os municípios de: Alto Araguaia, Alto Taquari, Pedro Gomes e Camapuã. Considera-se nesses cálculos, o número de domicílios particulares permanentes levantados pelo IBGE. A cobertura é estimada pela razão entre o número de domicílios consumidores e o número de domicílios existentes, e servem para o ano de 2000. Para fins de espacialização (Figura 52) da cobertura domiciliar de energia elétrica, subdividiu-se o intervalo entre a maior e a menor cobertura nas seguintes classes:

1. Domicílios com menor cobertura de energia elétrica (71,9 a 80,6%);
2. Domicílios com média cobertura de energia elétrica (80,7 a 89,4%);
3. Domicílios com maior cobertura de energia elétrica (89,5 a 97,9%).

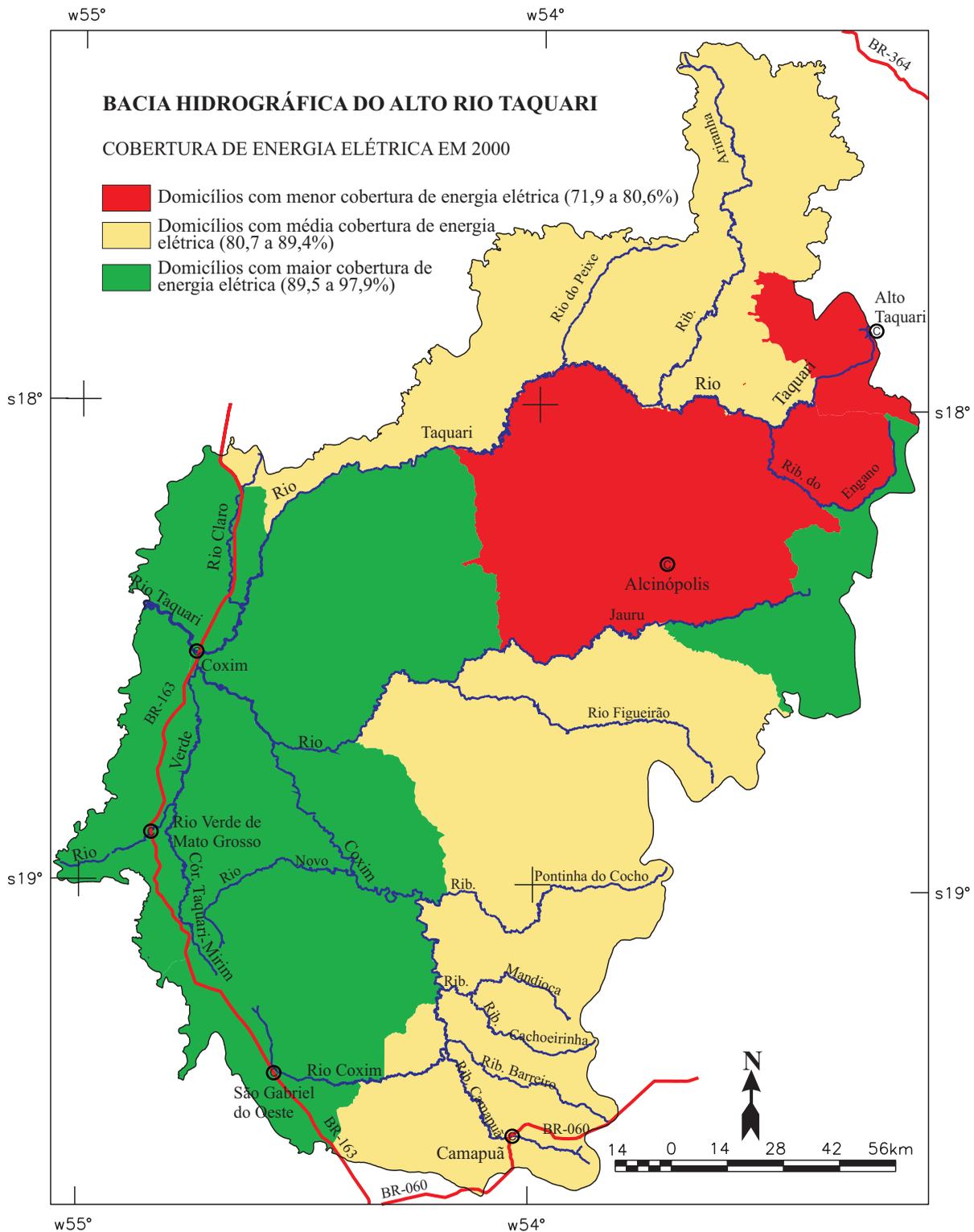


Figura 52. Cobertura domiciliar de energia elétrica na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a), Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003).

Comunicação

A cobertura de linhas telefônicas instaladas na bacia é de 24,3%. O município de Alto Taquari conta com a melhor taxa de cobertura telefônica (36,6%), seguido de São Gabriel (34,7%) e Alto Araguaia (26,0%). Por outro lado, com o pior desempenho entre os municípios da bacia, encontra-se Alcinópolis, onde somente 15,5% dos domicílios possuem linhas telefônicas instaladas. Nesses cálculos foram utilizados dados de domicílios permanentes e dados de linhas telefônicas instaladas em 2000, ambos extraídos de IBGE (2001a). Para fins de espacialização (Figura 53) da cobertura de linhas telefônicas instaladas, subdividiu-se o intervalo entre a maior e a menor cobertura nas seguintes classes:

1. Domicílios com menor cobertura de linhas telefônicas instaladas (15,5 a 22,5%);
2. Domicílios com média cobertura de linhas telefônicas instaladas (22,6 a 29,6%);
3. Domicílios com maior cobertura de linhas telefônicas instaladas (29,7 a 36,7%).

Saneamento básico

Uma boa infraestrutura de saneamento básico, segundo Longo et al. (1997), pode prevenir doenças e promover a saúde e o bem estar do ser humano, bem como ampliar as possibilidades de instalação de atividades econômicas. Serve, também, como um indicador da qualidade de vida da população, já que sua melhoria tem uma relação direta com a evolução dos indicadores sócio-econômicos.

Entende-se por saneamento básico, o conjunto de características sobre: rede de abastecimento de água, rede de esgoto, banheiros e sanitários, e coleta e destino do lixo.

Abastecimento de água

Segundo IBGE (2001a), em 2000 foram recenseados 35.082 domicílios particulares permanentes, cujas formas de abastecimento de água podem ser verificadas na Figura 54. Observa-se que 78% dos domicílios são abastecidos pela rede geral, 21% são abastecidos por água de poços ou nascentes, e o restante por outras formas de abastecimento.

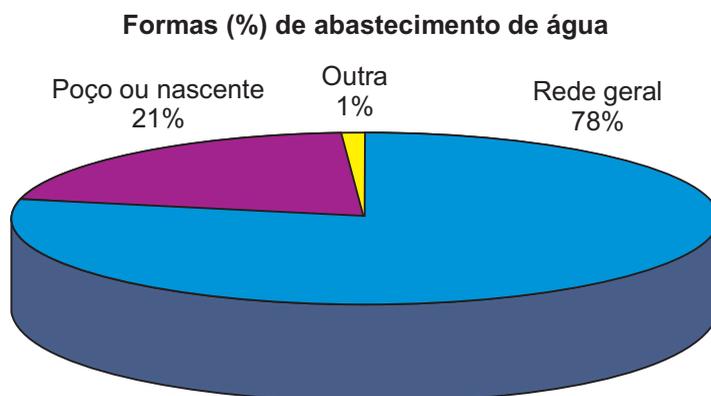


Figura 54. Formas de abastecimento de água domiciliar (%) na Bacia do Alto Taquari, em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

A cobertura domiciliar de abastecimento de água canalizada na bacia, obtida pela expressão $C = \text{Total canalizada (rede geral + poços ou nascentes + outras)} / 35.082 * 100$, foi estimada em 96,7%, enquadrada como de boa cobertura. A variação da cobertura entre os municípios não é grande, pois todos os municípios apresentam a taxa de cobertura acima de 90%, enquadrada como boa. Com exceção de Pedro Gomes e São Gabriel, que possuem as menores taxas de cobertura da bacia, abaixo de 93%, os demais municípios servem a população com água canalizada numa proporção de mais de 95%, destacando-se Alto Taquari, onde 99,2% dos domicílios particulares permanentes possuem água canalizada.

Para fins de espacialização (Figura 55) da cobertura domiciliar de água canalizada, subdividiu-se o intervalo entre a maior e a menor cobertura nas seguintes classes:

1. Domicílios com menor cobertura de água canalizada (92,4 a 94,7%);
2. Domicílios com média cobertura de água canalizada (94,8 a 97,1%);
3. Domicílios com maior cobertura de água canalizada (97,2 a 99,5%).

Banheiros e sanitários

Em 95,7% dos domicílios particulares permanentes da bacia, no ano de 2000, existiam banheiros ou sanitários e algum tipo de esgotamento sanitário. Pedro Gomes e Alcinópolis com, respectivamente, 87,8% e 88,7% dos domicílios possuindo algum tipo de banheiro ou sanitário, detêm as menores taxas de cobertura. Com exceção de Alto Araguaia com cobertura de 93,3%, os demais municípios estão com essa taxa igual ou superior a 95%. Para fins de espacialização (Figura 56) da cobertura domiciliar de banheiro e sanitário, subdividiu-se o intervalo entre a maior e a menor cobertura nas seguintes classes:

1. Domicílios com menor cobertura de banheiros e sanitários (88,7 a 92,1%);
2. Domicílios com média cobertura de banheiros e sanitários (92,2 a 95,6%);
3. Domicílios com maior cobertura de banheiros e sanitários (95,7 a 99,1%).

Esgotamento sanitário

A rede geral de esgoto ou pluvial, a fossa séptica, a fossa rudimentar, a vala, o rio ou lago, ou outro escoadouro são os tipos de esgotamentos sanitários encontrados nos municípios da bacia, cobrindo 95,7% dos domicílios particulares permanentes. Na contribuição relativa desses tipos de esgotamentos na bacia, destaca-se a fossa rudimentar presente em 86% dos domicílios com banheiros ou sanitários. Em seguida vem a rede geral de esgoto ou pluvial presente em 9% dos domicílios com banheiros ou sanitários. A contribuição restante é de fossa séptica (1%), de vala (1%), de rio ou lago (1%) e de outros escoadouros (2%). As melhores taxas de cobertura domiciliar pela rede geral de esgoto encontram-se em Camapuã e Alto Araguaia, com respectivamente 26,4 e 25,9%. Conseqüentemente, o uso de fossas nesses municípios é reduzido. Alcinópolis não conta com rede geral de esgoto, tendo 94,4% dos domicílios com banheiro fazendo uso da fossa rudimentar. No entanto, Coxim e Rio Verde são os municípios que mais utilizam fossas rudimentares, estando presente, respectivamente, em 96,8 e 97,1% dos domicílios com banheiro ou sanitário. Para fins de espacialização (Figura 57) da cobertura domiciliar de esgotamento sanitário pela rede geral de esgoto ou pluvial, subdividiu-se o intervalo entre a maior e a menor cobertura nas seguintes classes:

1. Domicílios com menor cobertura de esgotamento sanitário pela rede geral de esgoto ou pluvial (0 a 8,8%);
2. Domicílios com média cobertura de esgotamento sanitário pela rede geral de esgoto ou pluvial (8,9 a 17,7%);
3. Domicílios com maior cobertura de esgotamento sanitário pela rede geral de esgoto ou pluvial (17,8 a 26,5%).

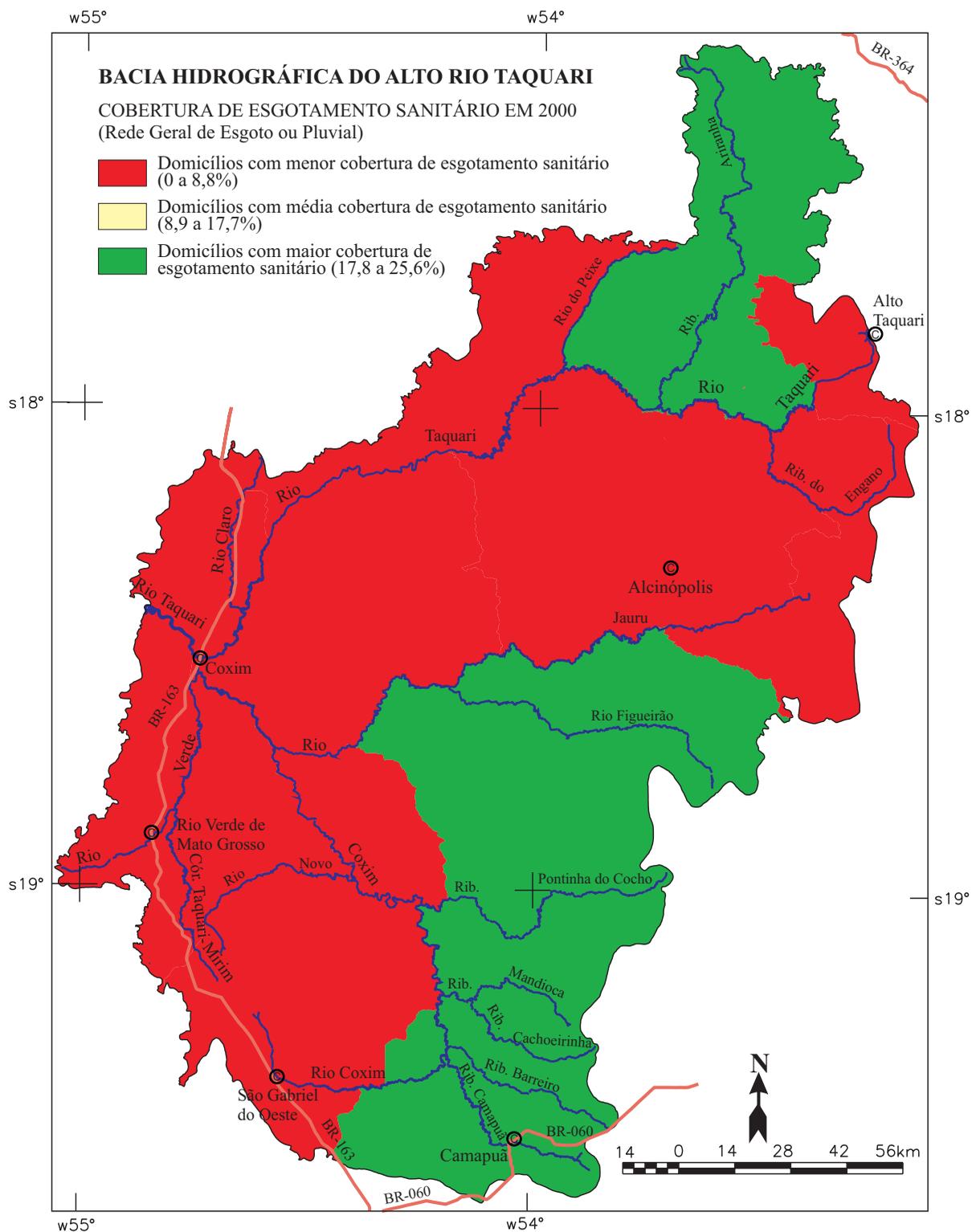


Figura 57. Cobertura domiciliar de esgotamento sanitário pela rede geral de esgoto ou pluvial na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

Lixo

Todos os municípios da Bacia do Alto Taquari dispõem de coleta pública de lixo, porém esse serviço atinge uma cobertura de apenas 73,2% dos domicílios particulares permanentes. Desse universo de 25.673 domicílios onde há coleta de lixo, 99,5% deles são atendidos diretamente pelos caminhões basculantes ou de compactação do serviço de limpeza e 0,5% armazenam o lixo em caçamba do serviço de limpeza para posterior coleta.

Pela variação da cobertura de coleta de lixo nos vários municípios da bacia, nota-se o baixo atendimento do sistema de limpeza pública em toda a região, com a taxa de cobertura não ultrapassando 80%. Alcinópolis possui o pior serviço de coleta, atingindo pouco mais da metade (53,3%) dos domicílios. Num patamar acima, estão Pedro Gomes e Camapuã, em torno de 63%, seguidos de Alto Araguaia, Costa Rica e Rio Verde, entre 70% e 75%. Com taxas de cobertura acima de 78% encontram-se Alto Taquari, Coxim e São Gabriel do Oeste.

Para fins de espacialização (Figura 58) da cobertura domiciliar de coleta de lixo, subdividiu-se o intervalo entre a maior e a menor cobertura nas seguintes classes:

1. Domicílios com menor cobertura de coleta de lixo (53,3 a 62%);
2. Domicílios com média cobertura de coleta de lixo (62,1 a 70,8%);
3. Domicílios com maior cobertura de coleta de lixo (70,9 a 79,6%).

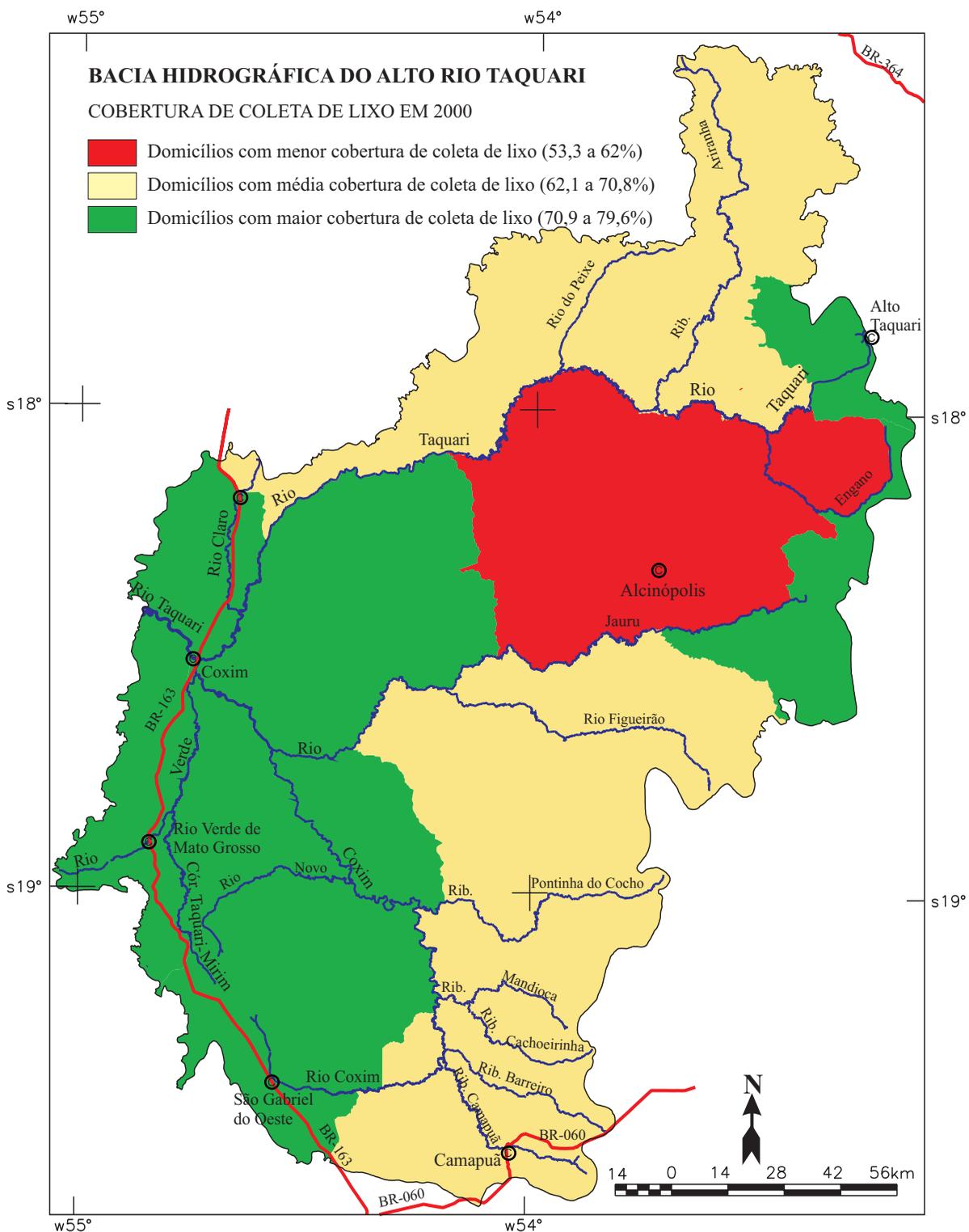


Figura 58. Cobertura de coleta de lixo na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

Capítulo 14

Aspectos da dinâmica populacional e condições de vida da população

Dinâmica populacional

Utilizando os dados municipais de IBGE (2001a), quantificou-se para a bacia uma população de 125.859 pessoas. Coxim é o município mais populoso da bacia, com $\frac{1}{4}$ da população, seguido de Rio Verde com 14% (Figura 59). Alcinópolis e Alto Taquari são os municípios menos populosos, contabilizando, juntos, apenas 7% da população da bacia. A densidade demográfica foi calculada em 2,53 hab/km² e a taxa geométrica de crescimento entre 1991/2000 foi estimada em 1,26% ao ano, com um fator de crescimento de 1,12 no período.

A taxa de densidade demográfica na bacia é muito baixa e bastante variável entre os municípios. A menor taxa de densi-

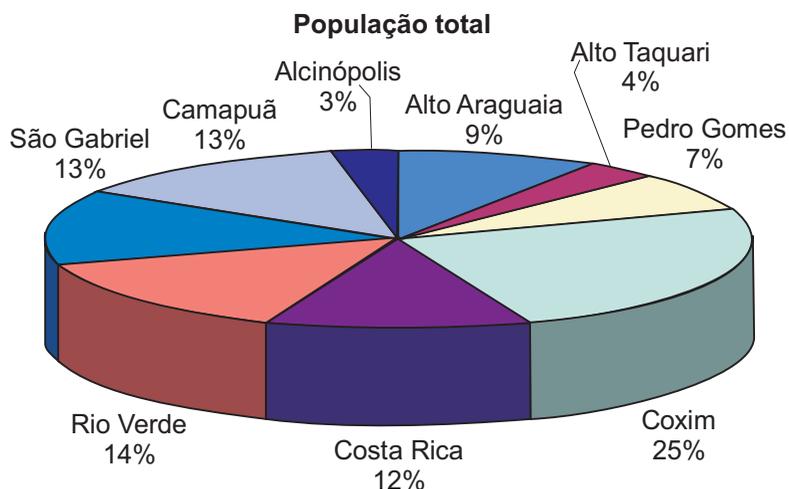


Figura 59. Percentuais da população total nos municípios da Bacia do Alto Taquari, em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

dade demográfica (0,84 hab/km²) foi observada em Alcinópolis e, no outro extremo aparece o município de Coxim com a mais alta densidade demográfica da região, estimada em 4,81 hab/km².

As taxas de densidade demográfica (hab/km²) foram espacializadas (Figura 60), subdividindo o intervalo entre o maior e o menor valor encontrado nas seguintes classes:

1. Municípios com menor densidade demográfica (0,84 a 2,16 hab/km²);
2. Municípios com média densidade demográfica (2,17 a 3,49 hab/km²);
3. Municípios com maior densidade demográfica (3,50 a 4,82 hab/km²).

A taxa geométrica de crescimento anual (TGCA) também é muito variável entre os municípios, havendo, inclusive, decréscimo populacional em Alcinópolis, que apresentou uma TGCA de -5,50 no período de 1991/2000. Os mais altos crescimentos foram registrados em Alto Taquari e São Gabriel do Oeste, com TGCA de 4,49 e 3,79, respectivamente. Com TGCA intermediários observam-se Pedro Gomes (0,29), Alto Araguaia (0,64), Camapuã (0,66), Costa Rica (1,15), Coxim (1,32) e Rio Verde (2,08).

As taxas geométricas de crescimento foram espacializadas (Figura 61) em quatro classes. Criou-se uma classe para as taxas negativas, e para as taxas positivas subdividiu-se o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, em três classes:

1. Municípios com taxa negativa de crescimento populacional
2. Municípios com menor taxa positiva de crescimento populacional (0,29 a 1,69%);
3. Municípios com média taxa positiva de crescimento populacional (1,70 a 3,10%);
4. Municípios com maior taxa positiva de crescimento populacional (3,11 a 4,51%).

Com relação à composição por sexo da população da bacia, esta é composta por 51,7% de homens e 48,3% de mulheres. Essa relação se mantém bastante semelhante entre os municípios, variando de 50,8% em Coxim a 53,7% em Alcinópolis, para o sexo masculino.

A proporção da população do sexo feminino foi espacializada (Figura 62) subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor proporção de população feminina (46,3 a 47,2%);
2. Municípios com média proporção de população feminina (47,3 a 48,2%);
3. Municípios com maior proporção de população feminina (48,3 a 49,2%).

Quanto à situação de domicílio, verificou-se, em 2000, que 79,6% da população da bacia residia na zona urbana e o restante (20,4%), na zona rural. Os municípios mais urbanizados são, respectivamente, Coxim e Rio Verde, com 88,8% e 85,0% da população residindo na zona urbana. Por outro lado, Alcinópolis e Camapuã, respectivamente, com 37,3% e 35,5% da população residindo na área urbana, são os municípios mais rurais da bacia.

A proporção da população rural foi espacializada (Figura 63), subdividindo o intervalo entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor proporção de população rural (11,2 a 19,9%);
2. Municípios com média proporção de população rural (20 a 28,7%);
3. Municípios com maior proporção de população rural (28,8 a 37,6%).

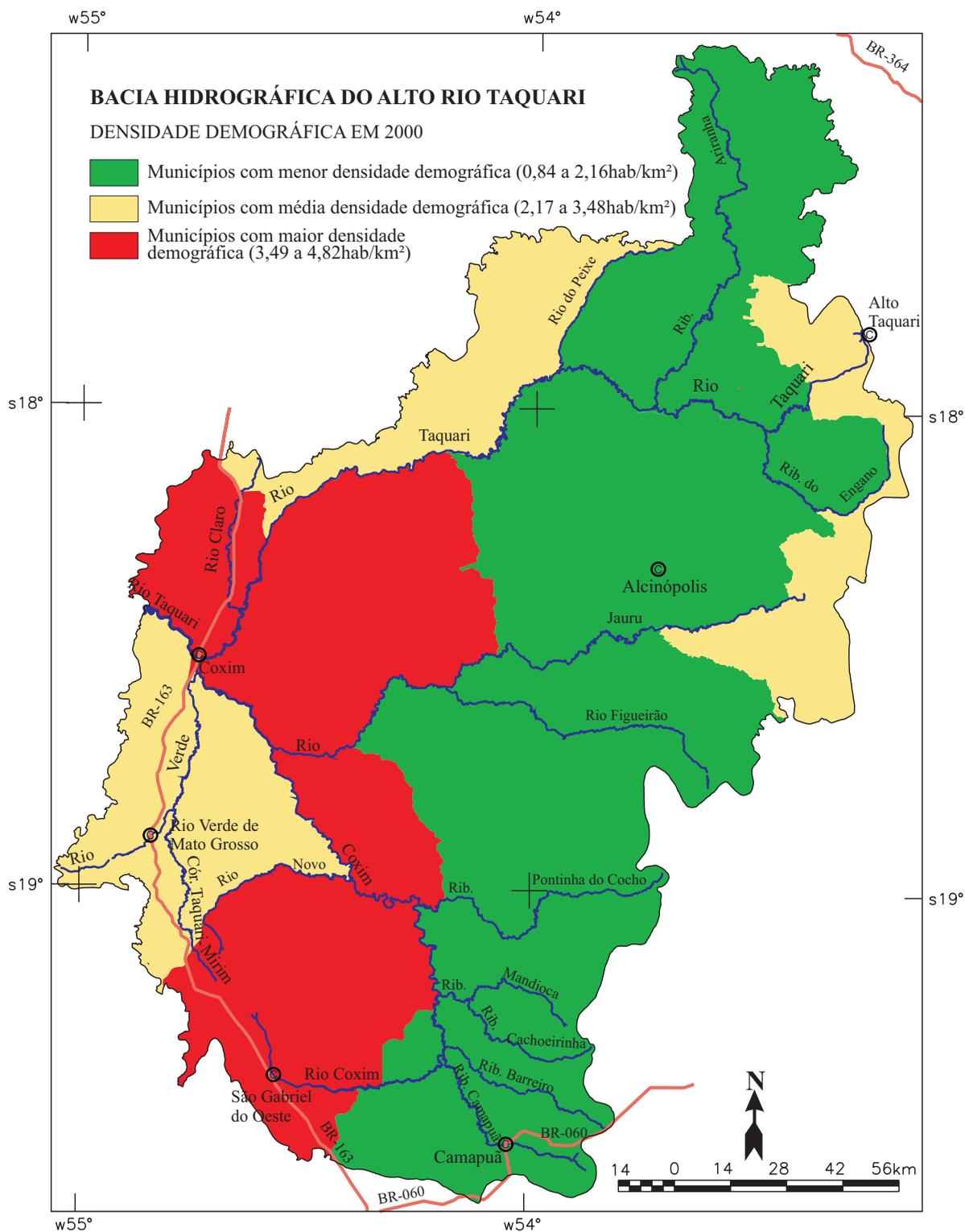


Figura 60. Taxas de densidade demográfica na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

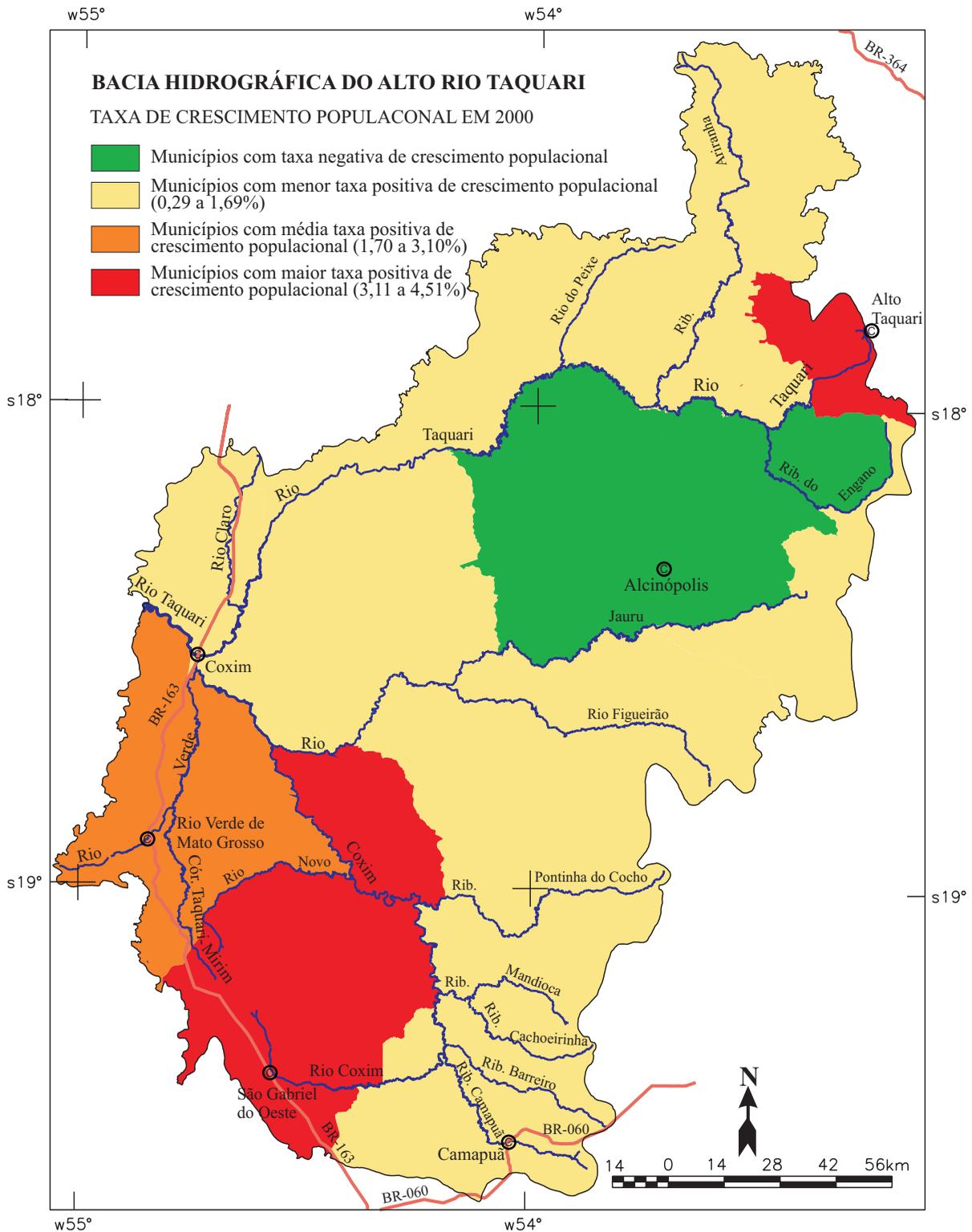


Figura 61. Taxas de crescimento anual da população na Bacia do Alto Taquari em 2000.
 Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

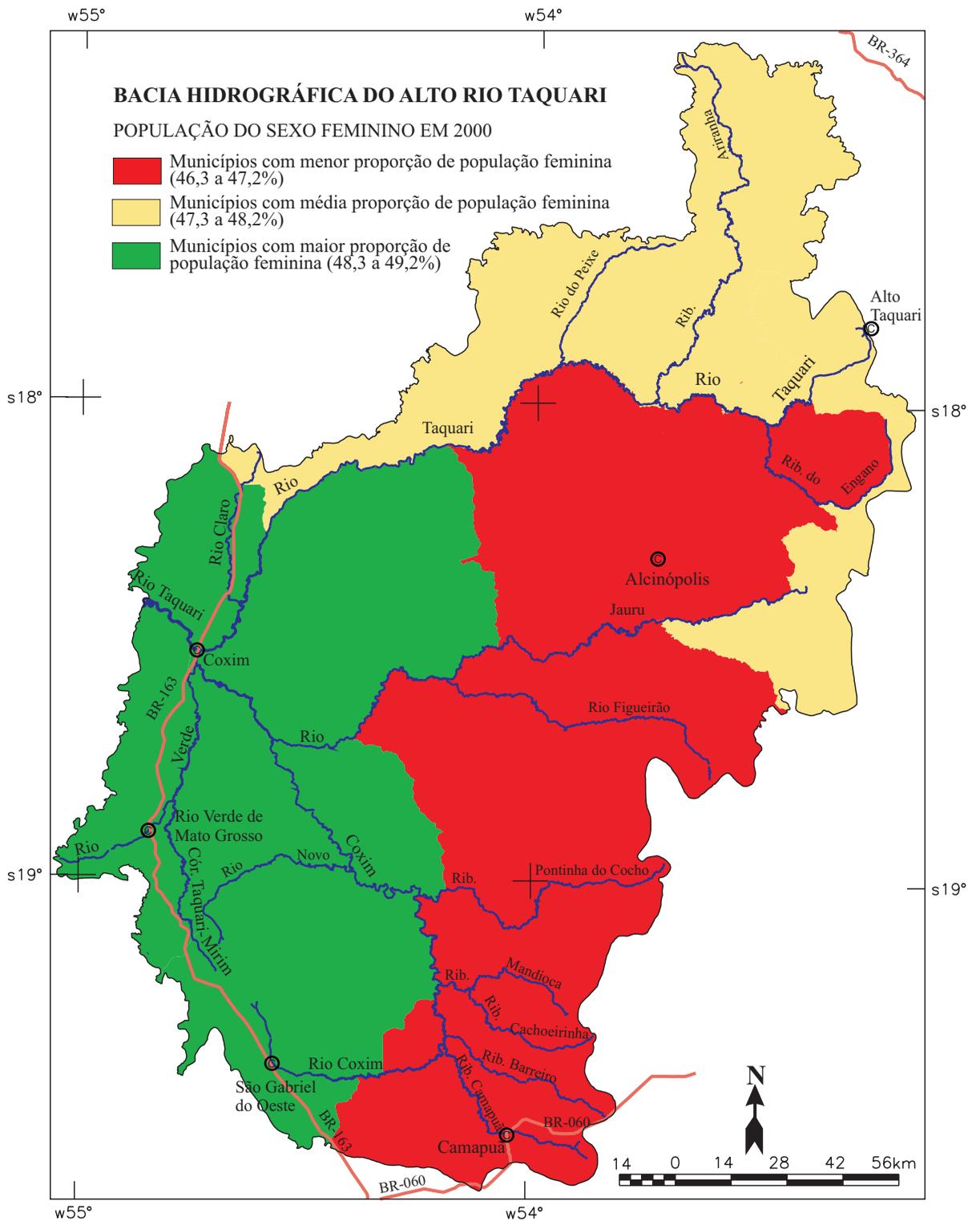


Figura 62. Proporções da população do sexo feminino na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

A taxa de fecundidade, obtida pela expressão $TF = ((\text{população } 0-4 \text{ anos})/(\text{mulheres } 15-49 \text{ anos}) * 100)$ pode servir, também, como indicador de desenvolvimento. Quanto menor for essa relação, mais desenvolvida será a região analisada. A bacia, nesse caso, apresentando TF de 35% ainda possui valor alto para ser considerada desenvolvida. Entre os municípios a TF variou de 33% em Alto Araguaia a 47% em Alto Taquari, com a maioria deles apresentando TF entre 34 e 35%.

As taxas de fecundidade foram espacializadas (Figura 64), subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor taxa de fecundidade (33,1 a 37,7%);
2. Municípios com média taxa de fecundidade (37,8 a 42,4%);
3. Municípios com maior taxas de fecundidade (42,5 a 47,1%).

A idade média da população da bacia, obtida pela expressão $IM = \Sigma(\text{população de cada faixa etária} * \text{média de idade da faixa})$ foi estimada em 27,55 anos, com variação inter-municipal que vai de 23,86 em Alto Taquari a 28,90 em Alto Araguaia. No cálculo da IM, foram utilizadas as 19 faixas etárias do censo demográfico 2000.

As idades médias foram espacializadas (Figura 65), subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com população de menor idade média (23,9 a 25,5 anos);
2. Municípios com população de média idade média (25,6 a 27,2 anos);
3. Municípios com população de maior idade média (27,3 a 28,9 anos).

Qualitativamente, as classes dos indicadores da dinâmica populacional podem receber a seguinte classificação:

Classes indicadores	Ruim	Regular	Boa	Ótima
Densidade demográfica	3	2	1	
Taxa de crescimento	4	3	2	1
Composição por sexo	1	2	3	
% População rural	1	2	3	
Taxa de fecundidade	3	2	1	
Idade média	1	2	3	

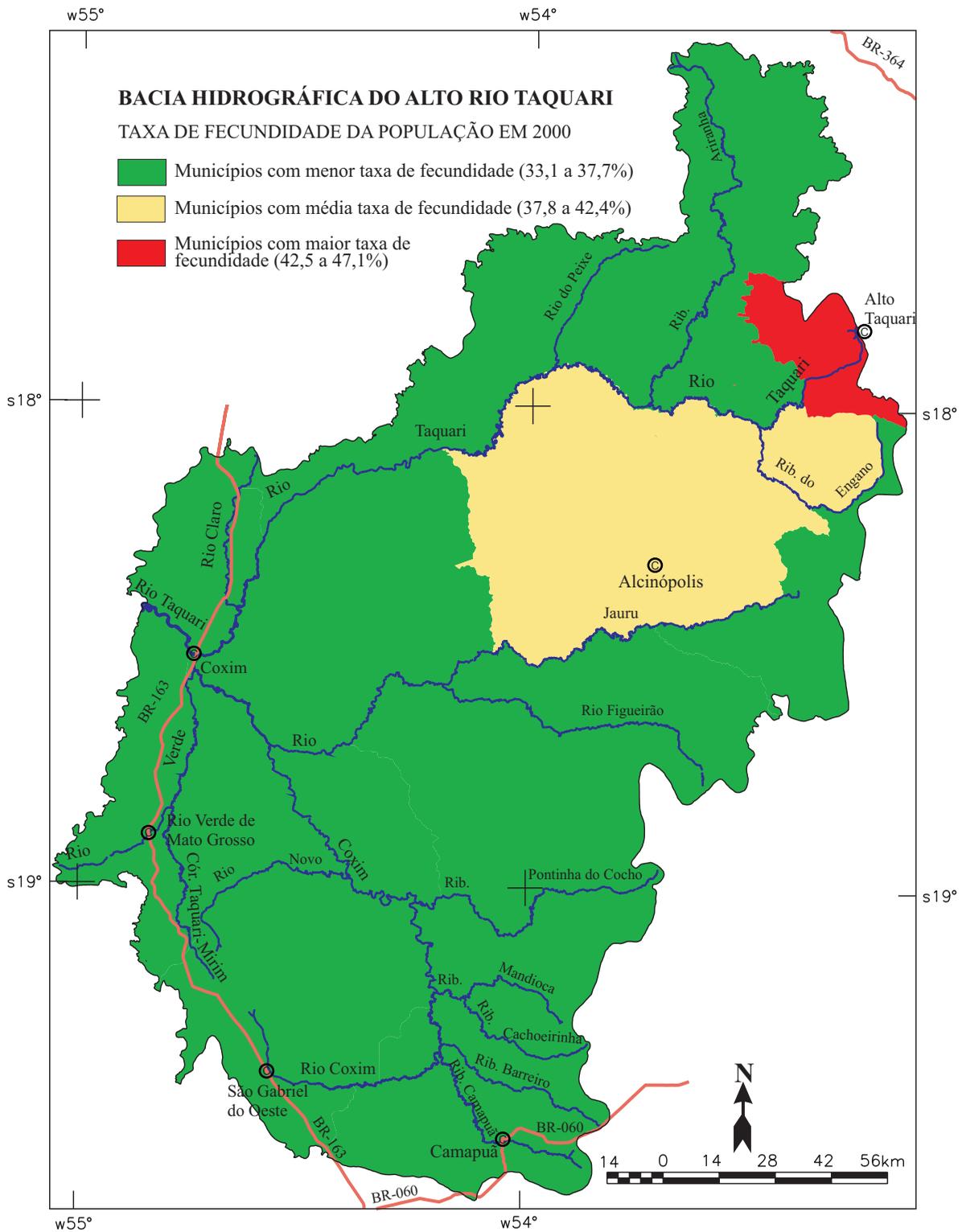


Figura 64. Taxas de fecundidade na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

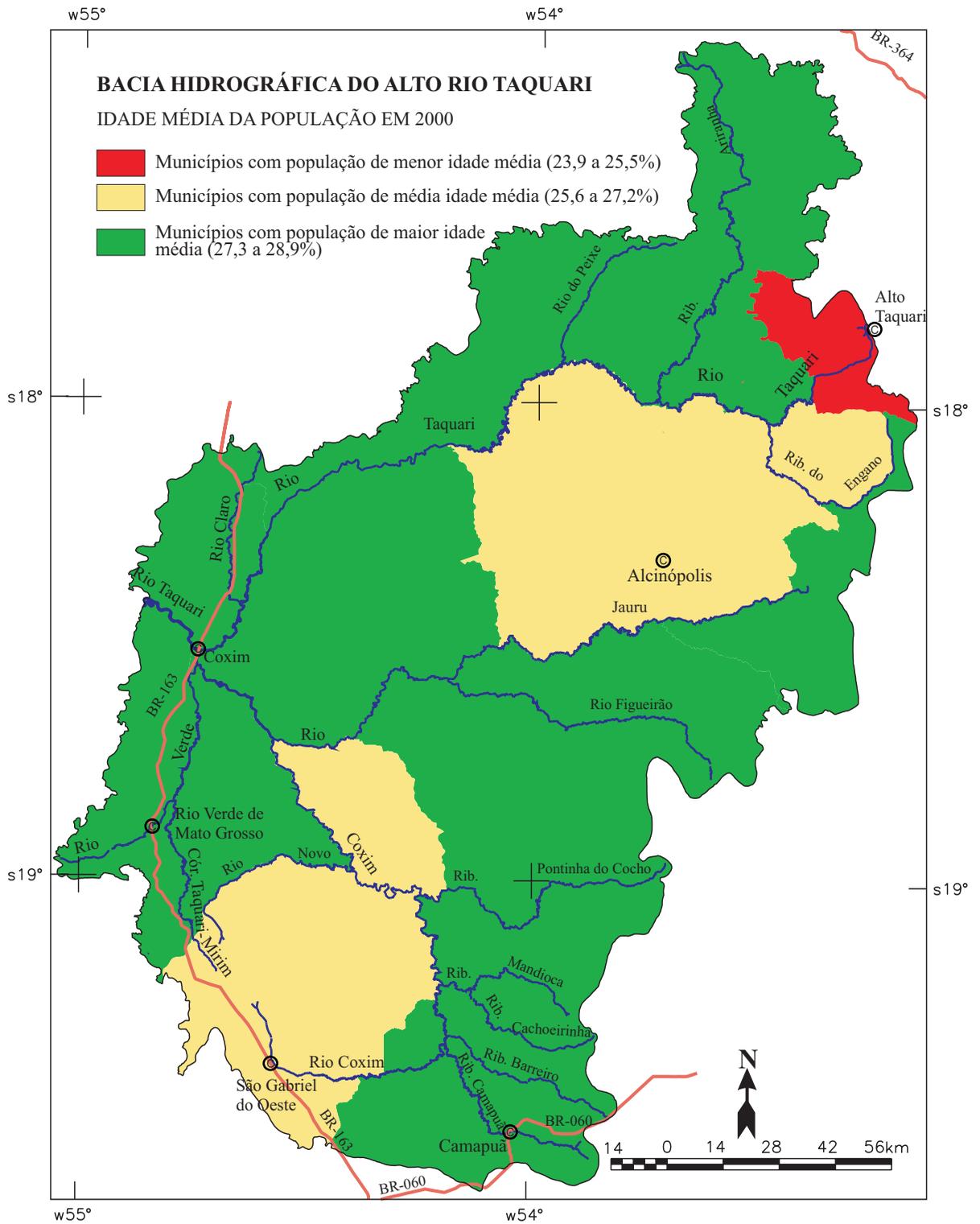


Figura 65. Idades médias da população na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

Condições de vida da população

Saúde

A assistência à saúde é um indicador da condição de vida da população e, conseqüentemente, da qualidade de vida. Nesse sentido, verificaram-se 102 unidades de saúde e 466 leitos na bacia em 2000. Unidades ambulatoriais têm maior presença na região, representando 54% das unidades de saúde, e hospitais representam apenas 13% (Figura 66). Em Alto Taquari e em Alcinópolis não há leitos hospitalares. Contando apenas com quatro ambulatórios em Alto Taquari, com um ambulatório e um posto de saúde em Alcinópolis, esses municípios possuem o mais precário sistema de saúde da região.

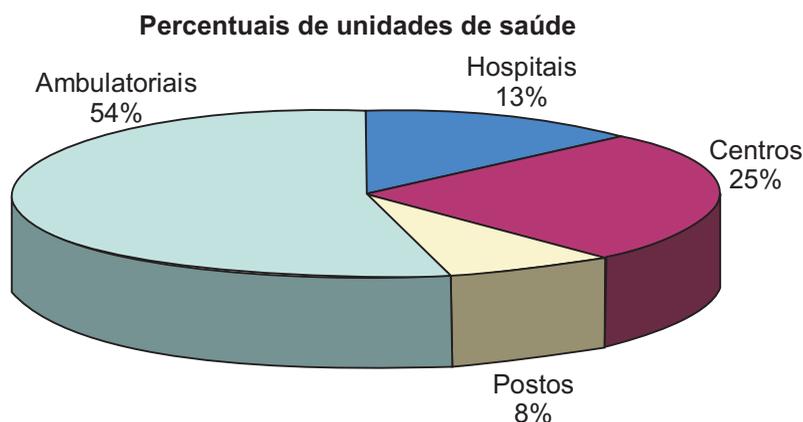


Figura 66. Percentual de unidades de saúde na Bacia do Alto Taquari, em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a, 2003b)

A taxa de leito hospitalar (leitos/mil hab) na bacia foi estimada em 3,70; Alto Araguaia conta com a melhor oferta de leito à população, com taxa de 9,73. Ressalta-se que esse município possui uma excelente performance em relação aos demais, pois sua taxa é mais que o dobro do segundo município melhor posicionado na oferta de leito, São Gabriel do Oeste, com 4,34. Excluindo Alto Taquari e Alcinópolis, que não possuem leitos hospitalares, as piores performances são de Pedro Gomes e Rio Verde, com taxas de 1,52 e 2,26 leitos/mil hab. As taxas de leito hospitalar foram espacializadas (Figura 67), subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor taxa de leito hospitalar (0 a 3,24 leitos/mil hab.);
2. Municípios com média taxa de leito hospitalar (3,25 a 6,49 leitos/mil hab.);
3. Municípios com maior taxa de leito hospitalar (6,50 a 9,74 leitos/mil hab.).

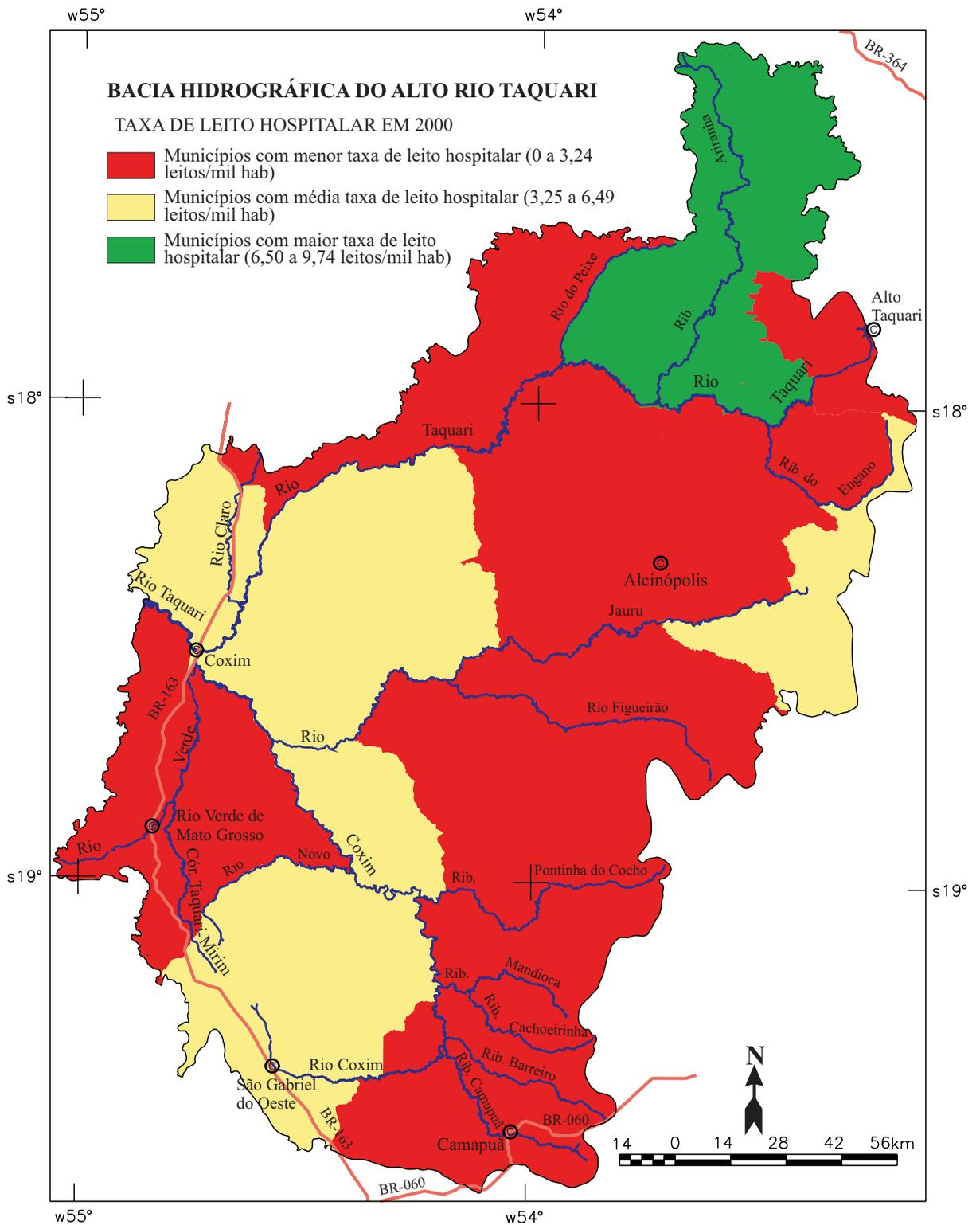


Figura 67. Taxas de leitos (leitos/mil hab.) na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a, 2003a).

Habitação

Em 2000, de acordo com IBGE (2001a), dos 35.082 domicílios da bacia, 78,8% localizavam-se na área urbana e 21,2% na área rural. A média de moradores por domicílio na bacia, aqui chamada de taxa de habitação, foi estimada em 3,53 pessoas/domicílio, considerando o total de pessoas da área urbana e da área rural. Na desagregação entre áreas, a estimativa média foi de 3,58 pessoas/domicílio na área urbana e 3,35 na área rural.

As taxas de habitação (pessoas/domicílios) foram espacializadas (Figura 68), subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor taxa de habitação (3,40 a 3,41 pessoas/domicílios);
2. Municípios com média taxa de habitação (3,42 a 3,53 pessoas/domicílios);
3. Municípios com maior taxa de habitação (3,54 a 3,65 pessoas/domicílios).

Quanto ao número de domicílios particulares permanentes por condição de ocupação, destaca-se o grande percentual (20%) de domicílios cedidos; 65% são próprios, 14% alugados e 1% outros.

Com relação à população residente por espécie e tipo de domicílio, verifica-se que 98,9% das pessoas residem em domicílios particulares e, o restante (1,1%) reside em domicílios coletivos. Das pessoas que residem em domicílios particulares, 1,1% delas residem em tipos de domicílios improvisados e o restante em domicílios permanentes. Das pessoas que residem em domicílios permanentes, 99,2% delas residem em casa, e o restante em apartamentos ou cômodos.

A análise sobre carência habitacional foi efetuada segundo a existência de domicílios próprios (quitados e em aquisição), que na bacia atinge 65,2%. Isso nos leva supor que, para a população ter casa própria, mais de 12.000 unidades habitacionais deveriam ser adquiridas pela população. Os percentuais de domicílios próprios foram espacializados (Figura 69), subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor percentual de domicílios próprios (58,5 a 62,3%) ;
2. Municípios com médio percentual de domicílios próprios (62,4 a 66,2%);
3. Municípios com maior percentual de domicílios próprios (66,3 a 70,1%).

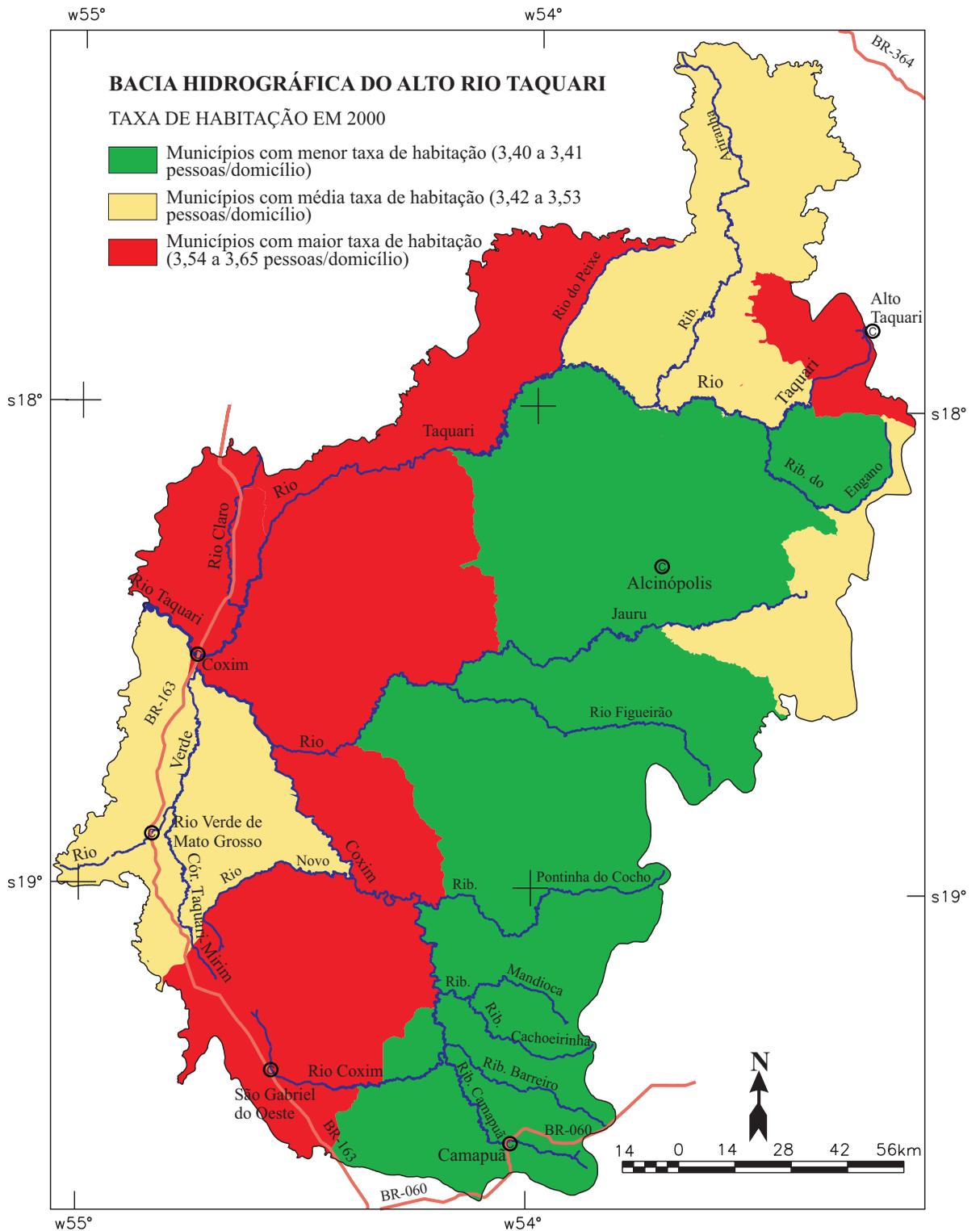


Figura 68. Taxas de habitação (pessoas/domicílios) na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

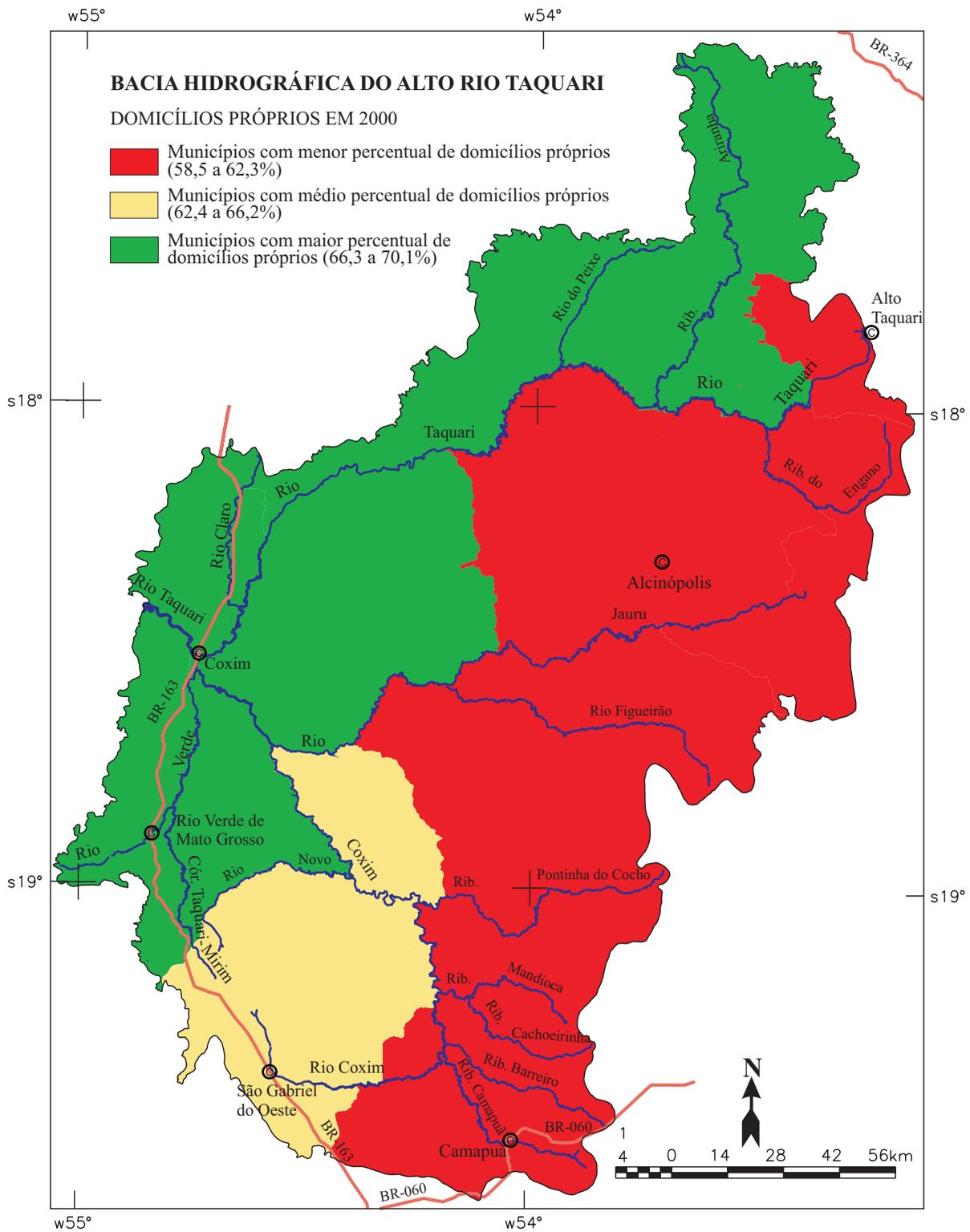


Figura 69. Percentuais de domicílios próprios na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a).

Energia elétrica

A taxa média anual de consumo de energia elétrica por domicílio na bacia é de 4,1 Mwh/ano, na área rural essa média atinge 7,8 e na área urbana 3,8 Mwh/ano. Apenas 9% dos domicílios consumidores encontram-se na área rural (Figura 70-A), no entanto, são responsáveis por 17% do consumo total da bacia (Figura 70-B). Na área urbana, 79% dos domicílios consumidores são residenciais, mas consomem apenas 35% da energia. Por outro lado, 1% do total de domicílios da bacia é industrial, porém esses domicílios consomem 15% da energia elétrica utilizada na bacia.

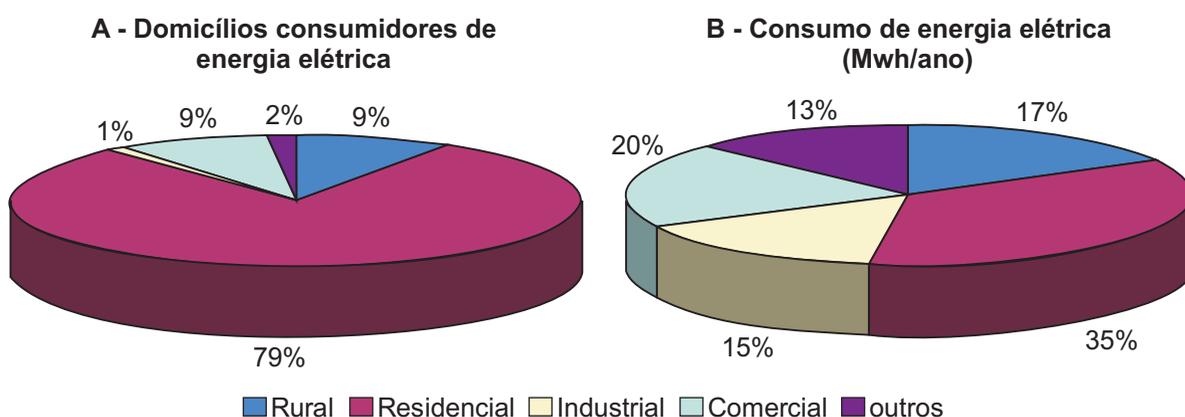


Figura 70. Percentual de domicílios permanentes consumidores de energia elétrica (A) e de consumo de energia elétrica anual (B) por esses domicílios, na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a), Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003).

Para fins de espacialização (Figura 71) do consumo domiciliar de energia elétrica, subdividiu-se o intervalo, entre o maior e o menor consumo, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor consumo de energia elétrica por domicílio (2,2 a 3,4 Mwh/ano);
2. Municípios com médio consumo de energia elétrica por domicílio (3,5 a 4,7 Mwh/ano);
3. Municípios com maior consumo de energia elétrica por domicílio (4,8 a 6,0 Mwh/ano).

Qualitativamente, as classes dos indicadores da condição de vida (saúde, habitação e energia elétrica) podem receber a seguinte classificação:

Classes indicadores (variáveis)	Ruim	Regular	Boa
Sáude (leito/mil habitantes)	1	2	3
Habitação (pessoas/domicílio)	3	2	1
Habitação (% domicílio próprio)	1	2	3
Energia elétrica (consumo em Mwh/ano)	1	2	3

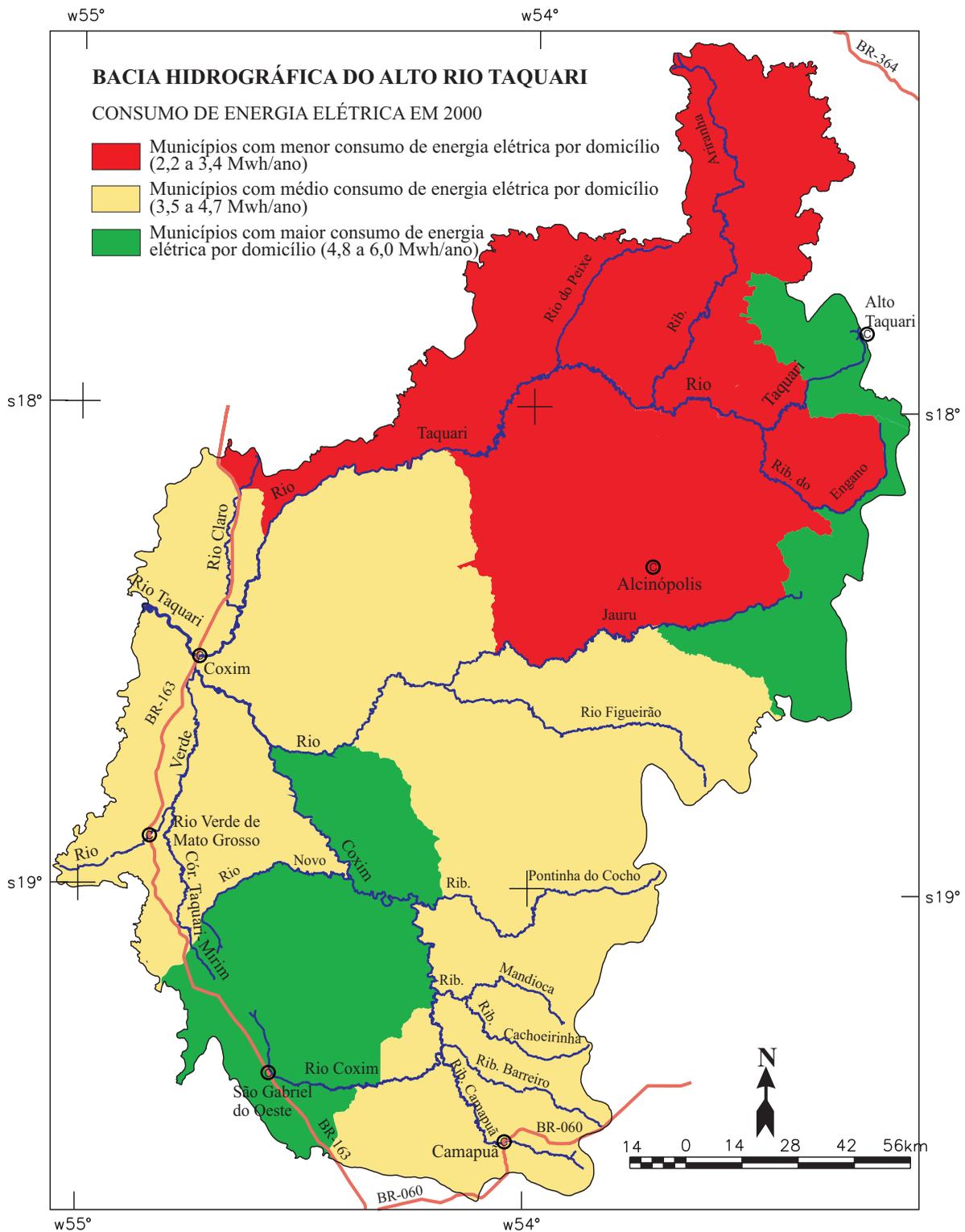


Figura 71. Consumo médio (Mwh/ano) de energia elétrica na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Fonte: adaptado de IBGE (2001a), Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003).

Acesso a serviços

Nesse item são fornecidas informações sobre serviços utilizados no cotidiano da população, considerando que o seu acesso indiscriminado é um dos indicadores sociais da qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido, informações sobre meios de comunicação, estabelecimentos culturais e de lazer, acesso à justiça, agências de correio e bancária são apresentadas.

Qualitativamente, as classes dos indicadores da condição de vida, referente ao acesso a serviços identificadas nesse item podem receber a seguinte classificação:

Classes indicadores	Ruim	Regular	Boa
Meios de comunicação	1	2	3
Estabelecimentos culturais e de lazer	1	2	3
Comércio ligado à cultura e ao lazer	1	2	3
Acesso à justiça	1	2	3
Agências de correio	1	2	3
Agências bancárias	1	2	3

Com relação aos meios de comunicação acessíveis à população, verifica-se, em 2001, segundo IBGE (2003b), a presença de estações de rádio (FM ou AM) em 78% dos municípios da bacia, com exceção de Pedro Gomes e de Alcinópolis. Há recepção de pelo menos três canais de televisão em 100% dos municípios, porém em nenhum existe a estação geradora de TV. Em 56% dos municípios existem provedores de internet, exceto em Alto Taquari, Pedro Gomes, São Gabriel do Oeste e Alcinópolis. Tomando-se os quatro meios de comunicação analisados, sua espacialização (Figura 72) foi efetuada subdividindo o intervalo, entre o percentual máximo de meios de comunicação encontrados em cada município e o percentual mínimo, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor percentual de meios de comunicação (25 a 49,9%);
2. Municípios com médio percentual de meios de comunicação (50 a 75%);
3. Municípios com maior percentual de meios de comunicação (75,1 a 100%).

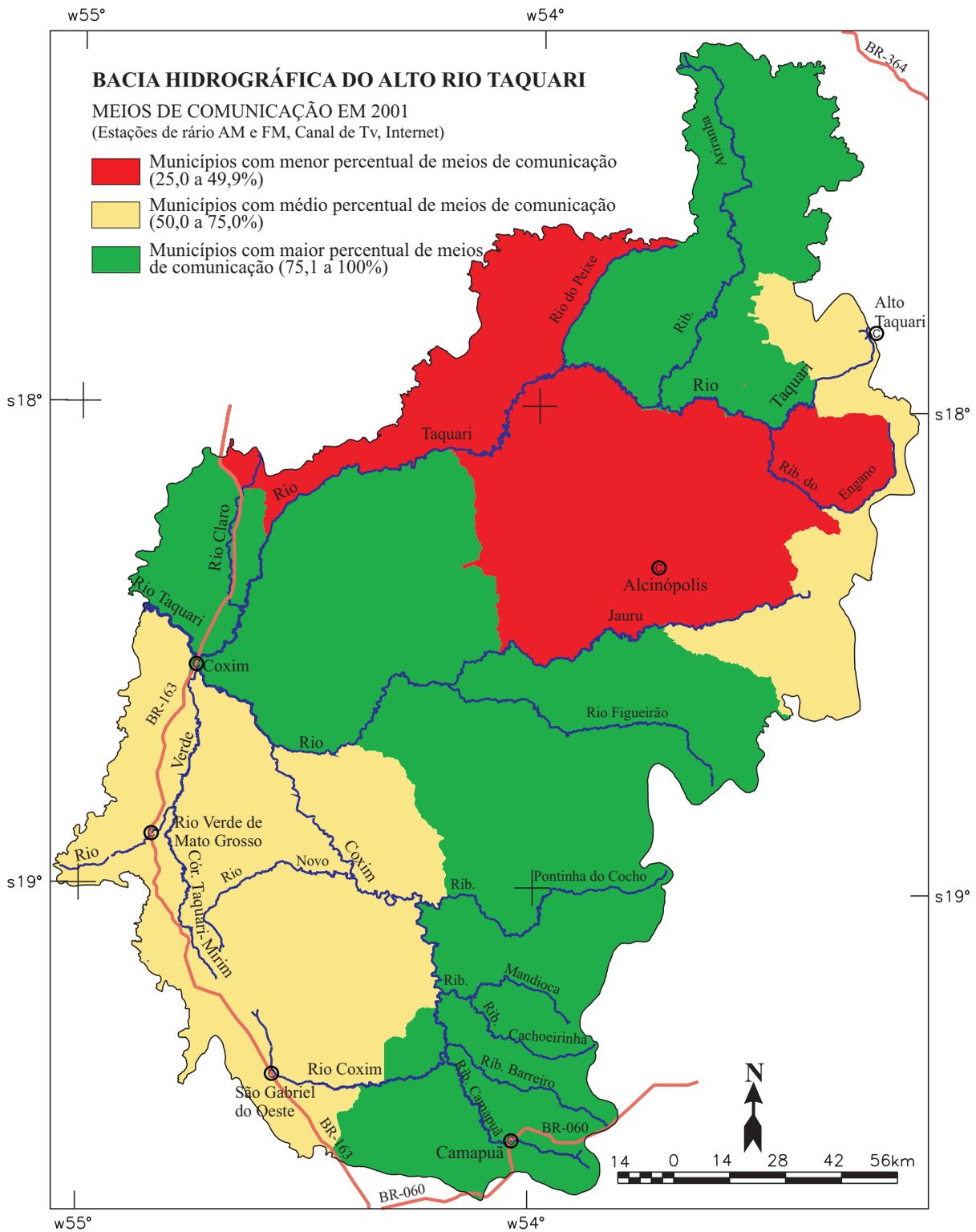


Figura 72. Percentuais de meios de comunicação na Bacia do Alto Taquari em 2001.

Fonte: adaptado de IBGE (2003b).

De acordo com IBGE (2003b), a existência de estabelecimentos culturais e de lazer acessíveis à população da bacia em 2001 era bastante precária. Em 100% dos municípios não existiam cinemas; museu e orquestra foram encontrados somente em Coxim, teatro ou sala de espetáculos existiam somente em Alto Araguaia e banda de música existia somente em Coxim e Costa Rica. No entanto, 88,9% dos municípios dispunham de bibliotecas públicas e clubes ou associações recreativas, com exceção do Rio Verde que não dispunha de biblioteca pública e do Alto Taquari que não dispunha de clube. Todos os municípios contavam com estádios ou ginásios poliesportivos. Destaca-se nesse tipo de serviço, o município de Coxim que dispõe de seis tipos de estabelecimentos entre os oito analisados. Tomando-se os oito tipos de estabelecimentos culturais e de lazer, sua espacialização (Figura 73) foi efetuada subdividindo o intervalo, entre o percentual máximo de estabelecimentos encontrados em cada município e o percentual mínimo, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor percentual de tipos de estabelecimentos culturais e de lazer (25 a 41,6%);
2. Municípios com médio percentual de tipos de estabelecimentos culturais e de lazer (41,7 a 58,3%);
3. Municípios com maior percentual de tipos de estabelecimentos culturais e de lazer (58,4 a 75%).

Quanto à existência de estabelecimentos comerciais ligados à cultura e ao lazer, acessíveis à população da bacia em 2001, foram levantados em IBGE (2003b) a quantidade de videolocadoras, livrarias, lojas de discos, CDs e fitas, bem como a existência de shopping centers. Em 100% dos municípios existem videolocadoras, exceto em Alto Taquari e em Pedro Gomes, nos outros 77,8% dos municípios existem lojas de discos, de CDs e de fitas. As livrarias aparecem, também, em 77,8% dos municípios, excetuando Pedro Gomes e Camapuã. No entanto, shopping center é um estabelecimento longe da realidade da bacia, não estando presente em nenhum dos municípios. Tomando-se três tipos de estabelecimentos comerciais ligados à cultura e ao lazer, excetuando-se shopping centers, sua espacialização (Figura 74) foi efetuada subdividindo o intervalo, entre o percentual máximo de estabelecimentos encontrados em cada município e o percentual mínimo, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor percentual de estabelecimentos comerciais ligados à cultura e ao lazer (33,3 a 55,5%);
2. Municípios com médio percentual de estabelecimentos comerciais ligados à cultura e ao lazer (55,6 a 77,8%);
3. Municípios com maior percentual de estabelecimentos comerciais ligados à cultura e ao lazer (77,9 a 100%).

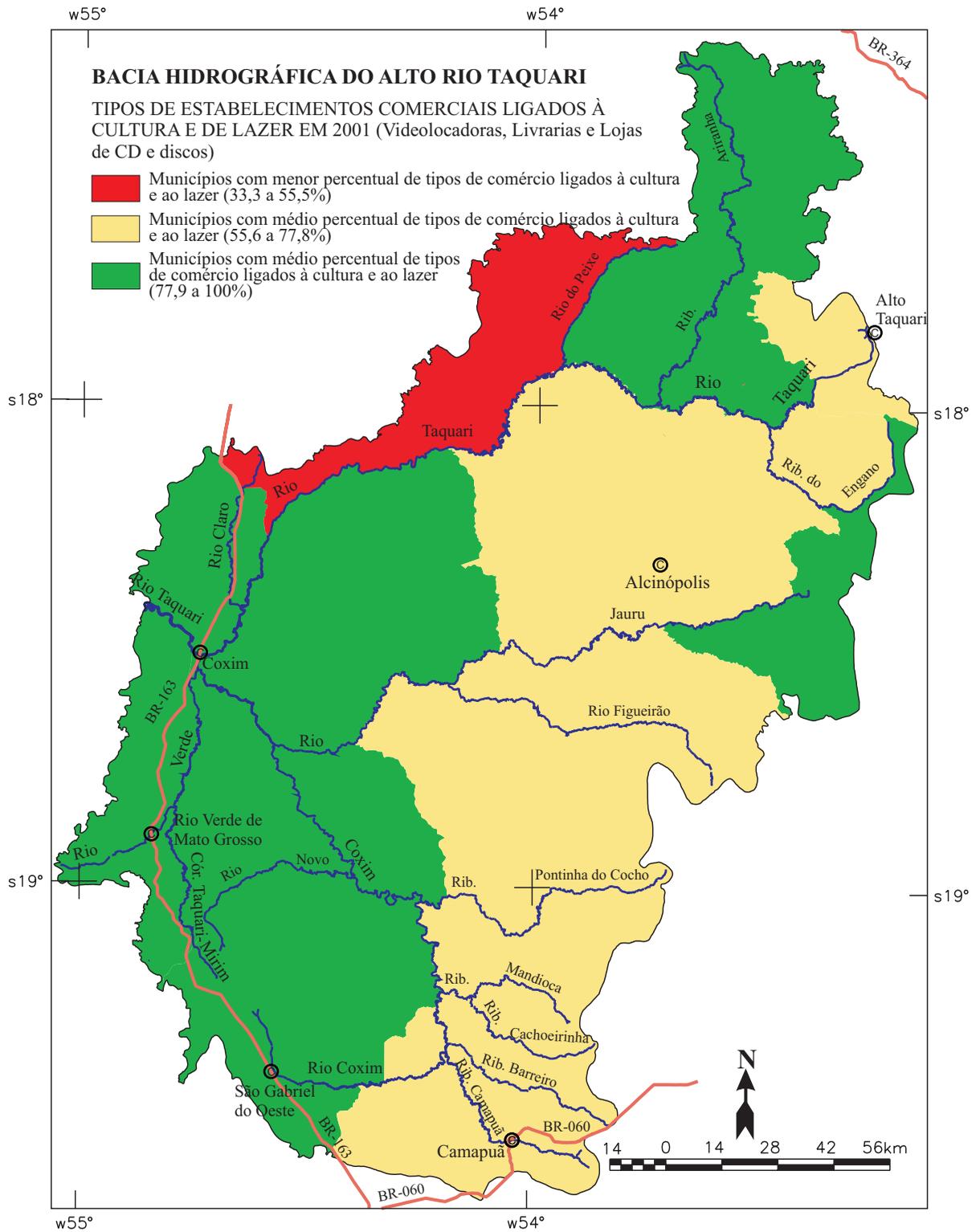


Figura 74. Percentuais de tipos de estabelecimentos comerciais ligados à cultura e ao lazer na Bacia do Alto Taquari em 2001.

Fonte: adaptado de IBGE (2003b).

O acesso à justiça pela população, em 2001, foi analisado em função da existência de: Comissão de Defesa do Consumidor, Tribunal ou Juizado de Pequenas Causas e Conselho Tutelar (IBGE, 2003b). Apenas o município de Costa Rica não conta com a existência de Comissão de Defesa do Consumidor, estando presente nos 88,9% dos municípios. Alcinópolis é o único município onde não foi encontrado Tribunal ou Juizado de Pequenas Causas. Já o Conselho Tutelar está presente em todos os municípios da bacia. Tomando-se os três tipos de acessos à justiça analisados, sua espacialização (Figura 75) foi efetuada subdividindo o intervalo, entre o percentual máximo de acesso à justiça encontrado em cada município e o percentual mínimo, nas seguintes classes:

1. Municípios com menor percentual de meios de acesso à justiça (33,3 a 55,5%);
2. Municípios com médio percentual de meios de acesso à justiça (55,6 a 77,8%);
3. Municípios com maior percentual de meios de acesso à justiça (77,9 a 100%).

Agências de correio foram encontradas em todos os municípios (MATO GROSSO, 2003; MATO GROSSO DO SUL, 2003) da bacia, em 2001, totalizando 15 agências. Caixas de coleta foram encontradas em apenas sete municípios, num total de 10, excetuando-se Alto Araguaia e Alto Taquari. O número de agências de correios foi espacializado (Figura 76), subdividindo o intervalo entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com 1 agência de correio;
2. Municípios com 2 agências de correio;
3. Municípios com 3 agências de correio.

Agências bancárias foram encontradas em oito municípios (MATO GROSSO, 2003; MATO GROSSO DO SUL, 2003) da bacia, em 2001, totalizando 16 bancos. Coxim detém $\frac{1}{4}$ das agências, enquanto Alcinópolis é o único município que não dispõe de serviço bancário local. O número de agências bancárias foi espacializado (Figura 77), subdividindo o intervalo, entre o maior e o menor valor encontrado, nas seguintes classes:

1. Municípios com nenhuma agência bancária;
2. Municípios com 1 ou 2 agências bancárias;
3. Municípios com 3 ou 4 agências bancárias.

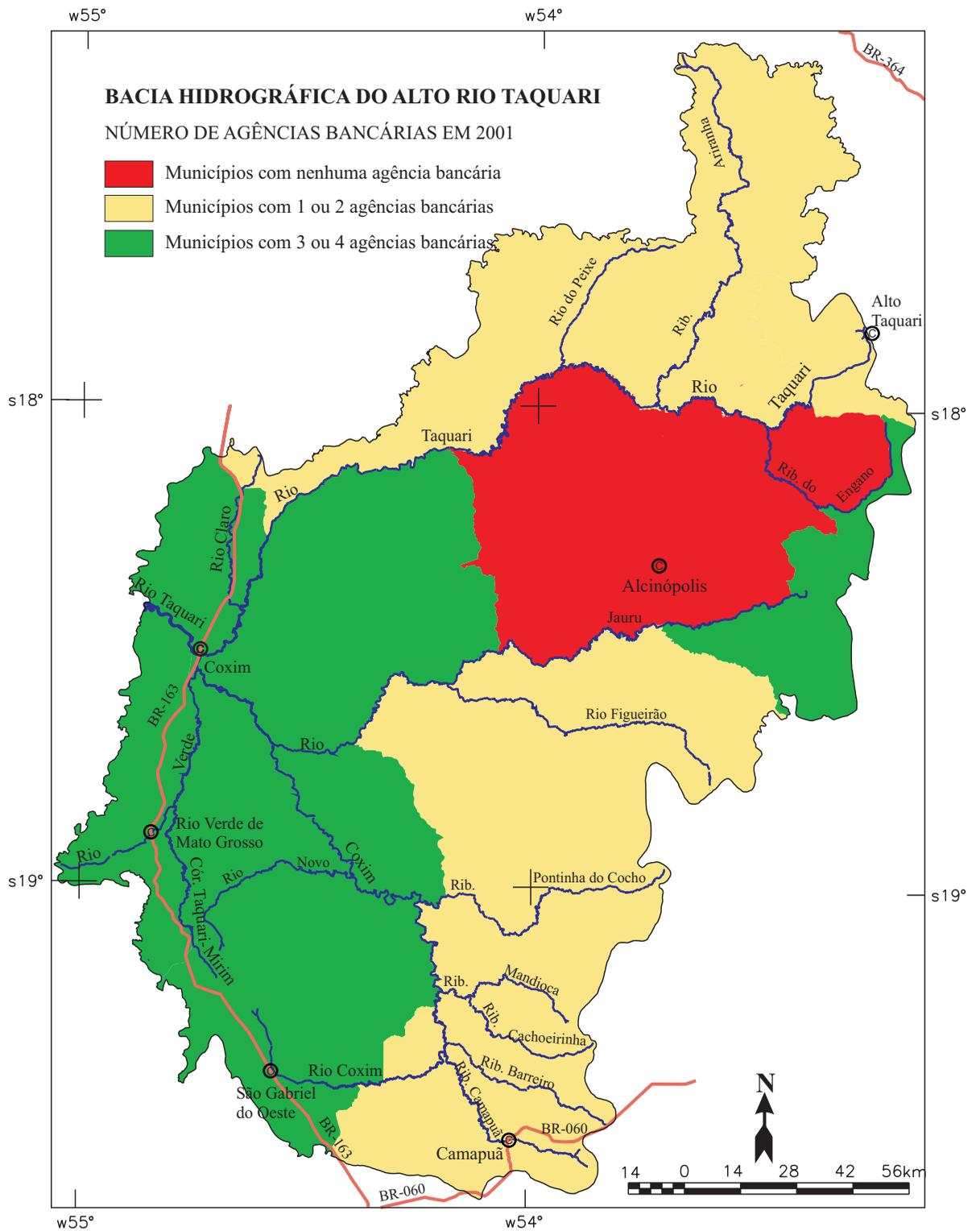


Figura 77. Número de agências bancárias na Bacia do Alto Taquari em 2001.

Fonte: adaptado de IBGE (2003b).

Índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M)

Para medir o desenvolvimento e o bem-estar da população, construiu-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), adaptado do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Este último foi criado pela ONU no início da década de 90, visando medir o desenvolvimento humano mundial, tendo os países como base comparativa (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 1998, 2003). Entretanto, com algumas adaptações metodológicas, o IDH pode ser desagregado em estados e municípios (BONELLI, 2003; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1998; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 1998, 2003) ou em etnias (PAIXÃO, 2000), originando-se, assim, o IDH-M.

A metodologia do IDH-M é a mesma do IDH, com o uso das mesmas três dimensões deste - longevidade (ou saúde), educação e renda -, mas alguns dos indicadores usados são diferentes. Embora meçam os mesmos fenômenos, os indicadores levados em conta no IDH-M são mais adequados para avaliar as condições de núcleos sociais menores. A Tabela 37 apresenta os dados primários e os indicadores utilizados em cada uma das dimensões para o cálculo do IDH-M.

Segundo Fundação João Pinheiro (1998), a metodologia adotada na construção do IDH-M segue três etapas. Na primeira, escolhem-se os indicadores utilizados e definem-se como estes serão divididos entre as dimensões. Como mostra a Tabela 37, o IDH-M baseia-se em quatro indicadores, agrupados em três dimensões.

A segunda etapa consiste em transformar os diversos indicadores em índices, cujos valores variem entre zero e um, de tal forma que valores mais elevados indiquem melhores condições de vida. Obter, a partir de um indicador, um índice com essas características requer: (i) escolher o pior e o melhor valor possível do indicador (estes valores podem representar tanto os limites teóricos para o indicador, como o intervalo de variação em que se espera que este deva recair para todos os efeitos práticos) e, (ii) com base no valor observado para o indicador e nos limites estabelecidos para ele, obter o índice pela fórmula:

$$\text{índice} = (\text{valor observado para o indicador} - \text{pior valor}) / (\text{melhor valor} - \text{pior valor})$$

Essa expressão garante que o índice permaneça sempre entre zero e um, pelo menos enquanto o valor observado pelo indicador continuar dentro dos limites estabelecidos. Assim, quanto mais o valor observado se aproximar do valor delimitado como melhor, mais o índice tenderá para o valor um (melhor situação). Na situação oposta, quando o valor observado se aproximar do pior valor, o índice tenderá para zero (pior situação). A Tabela 38 apresenta as escolhas para o pior valor e para o melhor valor correspondente a cada um dos quatro indicadores utilizados na construção do IDH-M.

A terceira etapa envolve a escolha dos pesos atribuídos a cada indicador. Dentro de cada dimensão, escolhe-se um peso para cada um dos indicadores que compõem a dimensão. A partir desses pesos, obtém-se um índice sintético para cada dimensão. Num segundo momento, escolhe-se um peso para cada índice sintético de cada dimensão e, com base nesses pesos e

Tabela 37. Síntese das informações necessárias para o cálculo do IDH-M.

Dimensão	Dados primários	Indicador	Definição	Índices da dimensão	Índice municipal
Longevidade (ou saúde)	- N° de filhos nascidos vivos - N° de filhos ainda vivos em 2000	Esperança de vida ao nascer (em anos)	Número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento.	Índice de longevidade (IDHM-L)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) Obtido pela média aritmética simples dos índices das dimensões
	- População residente ≥ 15 anos de idade - População residente ≥ 15 anos de idade que sabem ler e escrever.	Taxa de alfabetização de adultos (%)	Proporção entre a população residente ≥ 15 anos de idade que sabem ler e escrever e a população residente ≥ 15 anos de idade.	Índice de educação (IDHM-E)	
Educação	- População residente matriculada nos cursos fundamental, médio ou superior. - População residente entre 7 e 22 anos de idade	Taxa bruta de frequência escolar (%)	Proporção entre o número total de pessoas em todas as faixas etárias que frequentam os cursos fundamental, médio ou superior e o total de pessoas na faixa etária de 7 a 22 anos de idade.		
	- Total da renda da população residente. - População residente total	Renda per capita (em R\$ de 2000)	Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos (incluindo aqueles com renda nula) e a população total.	Índice de renda (IDHM-R)	

Fonte: Adaptado de Fundação João Pinheiro (1998) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2003).

Tabela 38. Parâmetros para cálculo dos índices dimensões utilizados no cálculo do IDH-M.

Dimensões indicadores	Limites dos indicadores		Pesos no IDH-M	
	Melhor	Pior	Na dimensão	No índice
Longevidade	1	0	1	1/3
- Esperança de vida ao nascer (em anos)	85	25	1	1/3
Educação	1	0	1	1/3
- Taxa de alfabetização de adultos (%)	100	0	2/3	2/9
- Taxa bruta de frequência escolar (%)	100	0	1/3	1/9
Renda	1	0	1	1/3
- Renda per capita (em R\$ de 01/08/2000)	1.560,17	3,90	1	1/3

Fonte: Adaptado de Fundação João Pinheiro (1998) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2003).

nos valores dos índices sintéticos, compõe-se o índice sintético geral. A Tabela 38 apresenta as escolhas dos pesos de cada indicador e de cada dimensão para o IDH-M.

O IDH-M relativo à dimensão Longevidade (IDHM-L) é obtido a partir do indicador esperança de vida ao nascer, pela fórmula: $(\text{valor observado do indicador} - \text{limite inferior}) / (\text{limite superior} - \text{limite inferior})$, cujos limites inferiores e superiores são equivalentes a 25 e 85 anos, respectivamente. O IDH-M relativo à dimensão Educação (IDHM-E) é obtido a partir dos indicadores taxa de alfabetização e taxa bruta de frequência à escola, pela fórmula: $(\text{valor observado} - \text{limite inferior}) / (\text{limite superior} - \text{limite inferior})$, com limites inferior e superior de 0% e 100%. O IDHM-Educação é a média desses 2 índices, com peso 2 para o da taxa de alfabetização e peso 1 para o da taxa bruta de frequência. O IDH-M relativo à dimensão Renda (IDHM-R) é obtido a partir do indicador renda per capita (em R\$ de 01 de agosto de 2000), pela fórmula: $(\log \text{valor observado} - \log \text{limite inferior}) / (\log \text{limite superior} - \log \text{limite inferior})$, cujo log é o logaritmo na base 10.

De acordo com Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2003), para a transformação da renda municipal per capita em um índice, são necessárias as seguintes etapas: a) primeiro, convertem-se os valores anuais máximos e mínimos expressos em dólar Paridade do Poder de Compra (PPC), adotados nos relatórios internacionais do PNUD (US\$ PPC 40.000,00 e US\$ PPC 100,00, respectivamente), em valores mensais expressos em reais: R\$ 1.560,17 e R\$ 3,90; b) em seguida, são calculados os logaritmos da renda média municipal per capita e dos limites máximo e mínimo de referência. O logaritmo é usado porque ele expressa melhor o fato de que um acréscimo de renda para os mais pobres é proporcionalmente mais relevante do que para os mais ricos. Ou seja: R\$ 10,00 a mais por mês para quem ganha R\$ 100,00 proporciona um maior retorno em bem-estar do que R\$ 10,00 para quem ganha R\$ 10.000,00 e; c) finalmente, para se chegar ao índice de renda municipal (IDHM-R) aplica-se a fórmula já definida no parágrafo anterior.

Maiores detalhes sobre a metodologia do IDH-M podem ser encontrados em Fundação João Pinheiro (1998) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2003).

Baseando-se em Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (1998), os municípios ou regiões que possuem um IDH maior ou igual a 0,800 são classificados como de alto estágio de desenvolvimento humano; os que possuem entre 0,500 e menor que 0,800 são classificados como de médio estágio de desenvolvimento e aqueles que possuem um IDH menor que 0,500 são classificados como de baixo desenvolvimento humano. Considerando essa classificação, a bacia com IDH de 0,778 em 2000 (Tabela 39), classifica-se como uma região de médio desenvolvimento humano.

De maneira geral, entre os municípios, os IDHs-M estão muito próximos, com uma diferença de 0,085 entre os extremos. Na Figura 78, observa-se a espacialização dos IDHs-M na bacia. Salienta-se que os municípios com IDHs-M menores que 0,800 foram subdivididos em dois grupos (<0,750 e 0,751-0,799), em função das características peculiares dos municípios de Pedro Gomes e Alcinópolis, com menor desenvolvimento humano em relação aos demais, definindo-se então, as seguintes classes:

1. Municípios com menor IDHs-M (<0,750);
2. Municípios com médio IDHs-M (0,751 a 0,799);
3. Municípios com maior IDHs-M (0,800 a 1,000).

Tabela 39. Índice de desenvolvimento humano municipal e regional da Bacia do Alto Taquari no ano de 2000.

Município	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) 2000												
	Esperança de vida ao nascer (em anos)	População Total	População => 15 anos de idade	População anos de idade que sabem ler e escrever ²	População => 15 anos de idade alfabetização de adultos (%)	Pessoas matriculadas no I, II e III	Pessoas na faixa etária entre 7 a 22 anos de idade ³	Taxa bruta de frequência escolar (%)	Renda per capita (em R\$ de 2000)	Índice de longevidade (IDHM-L)	Índice de educação (IDHM-E)	Índice de renda (IDHM-R)	IDH-M
Alto Araguaia	73,81	11410	8205	7067	86,13	3155	2715	86,04	233,34	0,813	0,861	0,683	0,786
Alto Taquari	72,49	4476	2982	2646	88,73	1126	857	76,09	409,13	0,791	0,845	0,777	0,804
Pedro Gomes	70,11	8535	5926	4637	78,25	2135	1633	76,50	179,60	0,752	0,777	0,639	0,723
Coxim	71,20	30866	21492	18272	85,02	8686	7224	83,17	299,93	0,770	0,844	0,725	0,780
Costa Rica	71,87	15488	10815	9367	86,61	4366	3743	85,72	346,15	0,781	0,863	0,749	0,798
Rio Verde	71,35	18138	12659	10875	85,91	4365	3213	73,60	211,07	0,772	0,818	0,666	0,752
São Gabriel	71,47	16821	11537	10545	91,40	4395	3393	77,21	425,19	0,774	0,867	0,783	0,808
Camapuã	70,13	16446	11492	10070	87,63	4403	3607	81,92	220,07	0,752	0,857	0,673	0,761
Aleinópolis	69,46	3679	2526	2163	85,63	963	788	81,82	192,47	0,741	0,844	0,651	0,745
Bacia	71,32 ¹	125859	87634	75642	86,32	33594	27172	80,88	285,66 ¹	0,772	0,845	0,717	0,778

¹ Esperança de vida para a bacia estimado por média aritmética. Renda per capita das bacias calculado em função da estimativa da renda total, obtida pela multiplicação da população total pela renda per capita dos municípios.

² Pessoas matriculadas nos três níveis obtido pela somatória das informações extraídas do Censo 2000, bem como pessoas que sabem ler e escrever.

³ Pessoas com idade entre 7 e 22 anos, obtido pela multiplicação da taxa de frequência escolar versus pessoas matriculadas, e depois somado para obter o total da bacia. Fonte: adaptado de Fundação João Pinheiro (2003) e IBGE (2002).

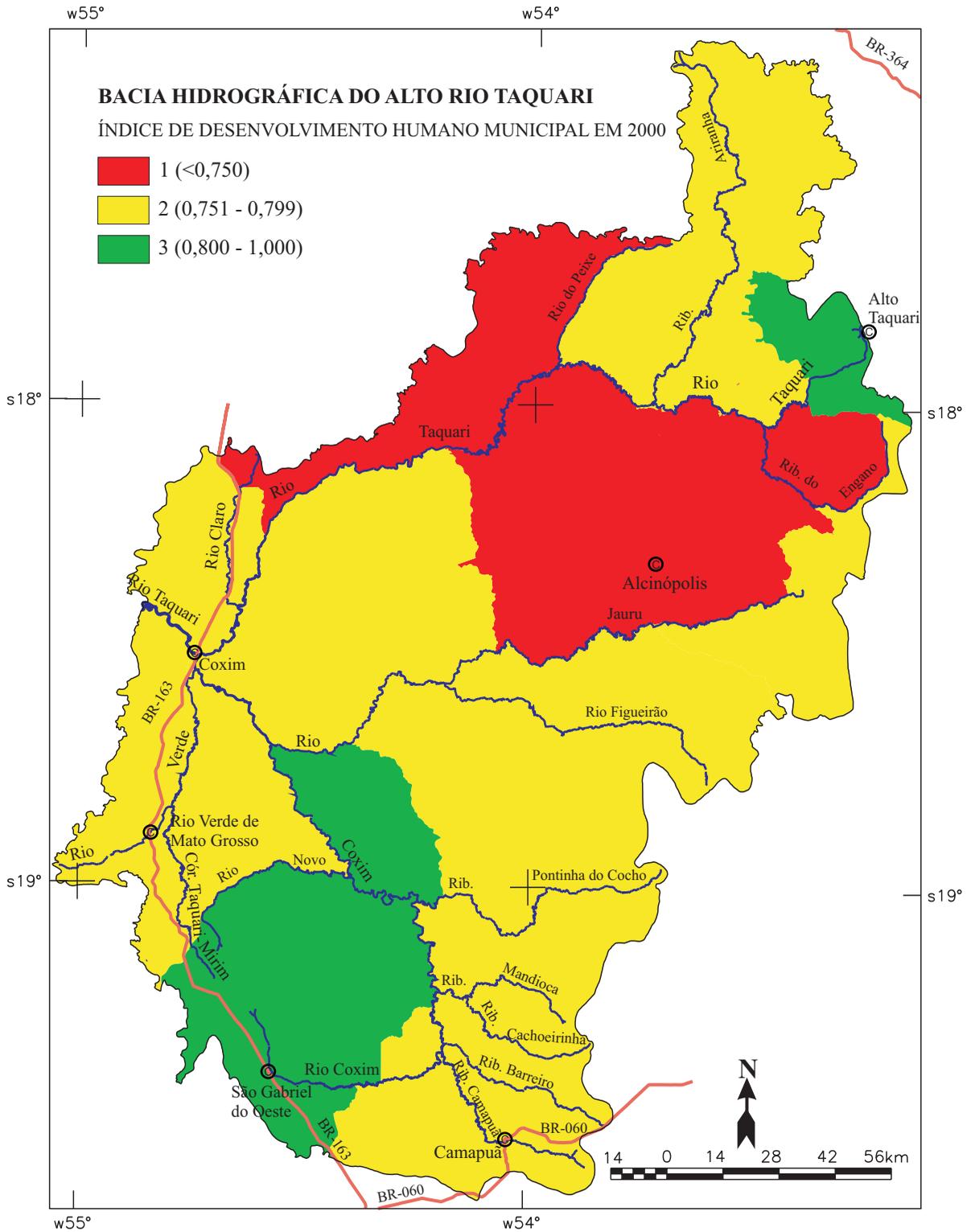


Figura 78. IDHs-M de 2000 na Bacia do Alto Taquari.

Fonte: adaptado de Fundação João Pinheiro (2003) e IBGE (2002).

Capítulo 15

Gestão ambiental como resposta social

Foi efetuado um levantamento sobre a situação atual do sistema de gestão ambiental da Bacia, no que se refere à estrutura organizacional (Federal, Estadual, Municipal) e às instituições não governamentais. Foi levantada, também, a legislação em vigor no âmbito Federal e Estadual que possuem instrumentos voltados ao gerenciamento dos recursos naturais: solos, vegetação, fauna, água e ar. As principais fontes de informações foram: o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, por meio dos estudos desenvolvidos por Paiva et al. (1997a, 1997b), Peixer et al. (1997), e o Compêndio da Legislação Ambiental do Mato Grosso do Sul, elaborado por Morelli (2001). Essas fontes foram complementadas com informações recentes obtidas no departamento jurídico da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul e no site do Ministério do Meio Ambiente¹. As informações relativas aos municípios foram obtidas em IBGE (2001b, 2003b) e as informações sobre limites das Unidades de Conservação, em arquivos digitais da SEMA-MS.

A gestão ambiental apresenta-se como um conjunto de normas, procedimentos e instrumentos técnicos e político-administrativos que anseia alcançar os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), assegurada pela Lei Federal nº 6.938 de 31/08/1981 e pelo Decreto nº 99.224, de 06/06/1990. Nesse contexto, é bastante coerente imaginar que um sistema de gestão, baseado nos princípios da PNMA, possa auxiliar a preservação, a conservação, a recuperação e o desenvolvimento da bacia, desde que ele possua uma es-

¹ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

estrutura organizacional eficiente e que tenha seus instrumentos de gestão implementados e articulados entre si.

A PNMA, estabelecida pela Lei nº 6.938/81, tem por objetivo “a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”. Segundo o Artigo 5º dessa Lei, “As diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente serão formuladas em normas e planos, destinadas a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico”.

As estruturas federais, estaduais, municipais e a sociedade organizada ambientalista compõem o sistema de gestão da Bacia. Na esfera federal, articula-se com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA) e vinculadas, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) e a Secretaria Nacional de Recursos Hídricos (SNRH).

No âmbito dos estados, salienta-se que no Estado do Mato Grosso do Sul essa estrutura é composta pelo Conselho Estadual de Controle Ambiental (Ceca), por uma Secretaria de Estado de Meio Ambiente e sua vinculada, a Fundação Estadual de Meio Ambiente. Ainda complementando essa estrutura, o Estado conta com efetivos militares integrantes da Companhia Independente da Polícia Ambiental vinculada à Secretaria de Estado de Segurança Pública. No Estado do Mato Grosso, a estrutura apresenta-se idêntica à do Estado Mato Grosso do Sul.

Quanto à esfera municipal, estão sendo instituídos os Conselhos Municipais de Meio Ambiente, bem como as Secretarias destinadas a estabelecer o sistema de gestão municipal em suas respectivas jurisdições.

A preocupação com a preservação e conservação do meio ambiente na bacia segue a evolução ocorrida em ambos os Estados, que teve início no final da década de 70 e início dos anos 80, quando, pela Lei nº 4.087/79, o Mato Grosso cria o Conselho Estadual do Meio Ambiente e, no Mato Grosso do Sul, a Lei nº 09/79 cria o Instituto de Preservação e Controle Ambiental, órgão executor da política estadual de meio ambiente, em substituição ao Instituto de Proteção Ambiental (INAMB), que tinha como atribuições fiscalizar e monitorar os recursos naturais. Especificamente para o Pantanal, em Mato Grosso do Sul, é sancionada a Lei nº 328/82, que dispõe sobre a proteção e preservação da parte do Pantanal nesse Estado.

Na década de 80, os estados aprimoraram suas estruturas e seus instrumentos. Criaram-se as Coordenadorias do Meio Ambiente (Lei nº 4.179/80 em MT) e, posteriormente, as Secretarias de Meio Ambiente (Lei nº 5.218/87 em MT). Em 1985, foi criado o primeiro instrumento legal de controle ambiental: o Sistema de Licenciamento Ambiental no Mato Grosso (Lei nº 4894). Em 1987, foi instituída a Polícia Florestal em ambos os Estados.

Na década de 90, essas estruturas foram melhoradas, foram redefinidas suas atividades pela lei complementar (Lei nº 014/92 em MT). Em Mato Grosso do Sul, a Lei nº 1.829/98 cria a Fundação Estadual do Meio Ambiente - Pantanal, com a função de órgão executor da política ambiental do Estado. A Lei nº 1.940/99 cria a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema)

e extingue a Semades. Os espaços físicos das sedes das Secretarias foram ampliados e seus laboratórios dotados de equipamentos novos e modernos. Pessoas foram treinadas e os laços com a Polícia Florestal, atualmente Polícia Ambiental, foram estreitados.

Legislação aplicável à bacia

A seguir, encontram-se referências constantes das Constituições Federal e Estadual, relativas às questões ambientais, salientando o aspecto das competências comum (administrativa) e concorrente de legislar sobre a matéria. No âmbito da legislação federal, apresentam-se as normas e diretivas (leis, decretos-lei, decretos e resoluções) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), com suas aplicações resumidas na Tabela 40.

Da legislação estadual são destacadas as principais normas (leis, decretos, resoluções e deliberações) relacionadas à política de conservação dos recursos naturais e ao desenvolvimento, aplicáveis à área da bacia. Essas normas podem ser vistas na Tabela 41.

Da Constituição Federal de 1988 são destacados os artigos 23, 24 e 225, que se referem respectivamente à competência comum em matéria de assuntos gerais, à competência corrente por parte da União e do Estado e ao dever do Poder Público em relação ao meio ambiente.

Na Constituição Estadual do Mato Grosso do Sul também se observa a preocupação com o meio ambiente. No Capítulo I - Das Disposições Gerais, o art. 167 dispõe sobre o dever do Estado de estabelecer e executar o plano estadual de desenvolvimento integrado, o qual deverá ter, entre outros objetivos, a defesa do meio ambiente, respeitando e preservando os valores culturais. Os arts. 222 e 223 compõem o Capítulo VIII do Meio Ambiente.

Os recursos hídricos receberam destaque especial no Capítulo X. Nos arts. 235 a 245 encontram-se as disposições com respeito a esse assunto, destacando-se o art. 235, com as disposições abaixo:

- propiciar o uso múltiplo das águas e reduzir seus diversos efeitos;
- ser descentralizada, comunitária e integrada aos demais recursos naturais;
- adotar a bacia hidrográfica como base a considerar o ciclo das águas em todas as fases;

De maneira geral, o sistema organizacional de gestão existente para a bacia é bem estruturado, porém não eficiente. A bacia possui excelentes Leis em vigor no âmbito Federal e Estadual que fornecem instrumentos voltados ao gerenciamento dos recursos naturais: solos, vegetação, fauna, água e ar. As Legislações Federal e Estadual contam com um expressivo conjunto de instrumentos legais que podem contribuir para orientar o desenvolvimento dessa região, se ambos trabalharem em cooperação e harmonia, e os instrumentos estiverem articulados entre si. Entretanto, apesar de todo esse aparato do Estado, os rios estão poluídos e a biodiversidade desaparece paulatinamente.

Tabela 40. Normas e diretivas federais (leis, decretos-lei, decretos e resoluções) do Conama, aplicáveis à Bacia do Alto Taquari.

Normas	Disposição
Lei nº 4.771/65 - com redação da MP 1.956/00	Código Florestal. Estabelece que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação reconhecidas de utilidades às terras que revestem são bens de interesse comum a todos habitantes do país. Aponta-se para a Região Centro-Oeste e Sul que as propriedades deverão respeitar um limite mínimo de 20% com cobertura florestal, com exceção das áreas incultas, cujo limite mínimo deverá ser de 50%.
Lei nº 5.197/67	Proteção à fauna. Estabelece que os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase de seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha, dispõe que a violação desse preceito constitui crime, bem como o perecimento de espécimes da fauna ictiológica provocada pelo uso direto e indireto de agrotóxicos ou qualquer substância similar.
Lei nº 5.357/67	Estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lançarem detritos ou óleo em águas brasileiras.
Lei nº 6.938/81	Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disciplina os procedimentos necessários para o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.
Lei nº 7.679/88	Dispõe sobre a proibição da pesca em período de reprodução. Essa norma considera crime a pesca exercida nos períodos em que ocorrem fenômenos migratórios de reprodução.
Lei nº 7.654/89	Estabelece medidas para a proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios. Considera de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural existente nessas áreas.
Lei nº 7.797/89	Cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) com o objetivo de desenvolver projetos que visem ao uso racional e sustentável de recursos naturais, incluindo a manutenção, a melhoria ou a recuperação da qualidade ambiental.
Lei nº 7.805/89	Cria o regime de permissão de lavra garimpeira. A permissão para a atividade será pessoal e intransferível, vigorará por cinco anos e não poderá exceder a 50 ha. A outorga da permissão da lavra garimpeira dependerá de prévio licenciamento ambiental.
Lei nº 8.287/91	Dispõe sobre a concessão do benefício de seguro desemprego a pescadores artesanais. Concede a pescadores profissionais que exercem suas atividades de forma artesanal, individualmente ou em regime de economia familiar, sem a contratação de terceiros, o benefício do seguro-desemprego durante o período de proibição da atividade pesqueira para a preservação da espécie.
Lei nº 9.433/97	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal de 1988 e altera o art. 1º da Lei nº 8.001/90, que modificou a Lei nº 7.990/89.

Continua...

Tabela 40. Continuação...

Normas	Disposição
Lei nº 9.605/98	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Decreto-Lei nº 221/67	Dispõe sobre a proteção e estímulo da pesca. Disciplina a atividade da pesca, define as suas modalidades e estabelece permissões, proibições e concessões.
Decreto-Lei nº 227/67	Estabelece a competência da União para administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e distribuição, comércio e consumo de produtos minerais.
Decreto nº 84.017/79	Aprova o regulamento de Parques Nacionais Brasileiros.
Decreto nº 97.507/89	Dispõe sobre o licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração de ouro. As atividades que realizam extração mineral deverão ser licenciadas pelo órgão ambiental, sendo vedado o uso de mercúrio na atividade de extração de ouro (exceto para atividades licenciadas) e o exercício em mananciais de abastecimento público e seus tributários em outras áreas, ecologicamente sensíveis, a critério do órgão ambiental competente.
Decreto nº 97.628/89	Código Florestal. Dispõe sobre o consumo de matéria prima florestal e determina que as pessoas físicas ou jurídicas, cujo consumo anual seja ≥ 12.000 t/ano de lenha ou qualquer outra matéria de origem florestal, deverão manter ou formar, diretamente, ou em participações com terceiros, florestas próprias destinadas ao seu consumo.
Decreto nº 3.179/99	Regulamenta a Lei nº 9.605/98 no aspecto das infrações administrativas.
Resolução Conama nº 001/85	Determina que os responsáveis pelo meio ambiente, tanto Federal quanto dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, suspendam a concessão de licença para implantação de novas destilarias de álcool localizadas na bacia hidrográfica do Pantanal.
Resolução Conama nº 001/86	Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente.
Resolução Conama nº 020/86	Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional, definindo nove classes, segundo o seu uso preponderante (Especial, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8), bem como determinados limites e as condições de cada uma dessas classes.
Resolução Conama nº 010/88	Define as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e normaliza sua criação, Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) e administração.
Resolução Conama nº 013/90	Estabelece normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação visando à proteção dos ecossistemas, determinando a obrigatoriedade do licenciamento ambiental das atividades nelas localizadas.

Tabela 41. Normas (leis, decretos, resoluções e deliberações) estaduais, aplicáveis à Bacia do Alto Taquari.

Normas	Disposições
Lei nº 90/80	Dispõe sobre as alterações do meio ambiente e estabelece normas de proteção ambiental. Define poluição e os órgãos integrantes do sistema estadual de meio ambiente; estabelece o licenciamento ambiental para os empreendimentos industriais, agropecuários, comerciais, recreativos, públicos ou privados, e as finalidades possíveis de uso das águas do estado; obriga as indústrias a se abastecerem à jusante do ponto de lançamento de seus próprios efluentes; limita a utilização dos solos, para qualquer fim, de maneira a não prejudicar a saúde ou que provoquem erosões ou poluição das águas; prevê a criação de unidades conservacionistas especiais em áreas acidentadas ou pedregosas, impróprias para a agricultura e pecuária e, estabelece as penalidades aos infratores ambientais.
Lei nº 328/82	Dispõe sobre a preservação e proteção do Pantanal do Mato Grosso do Sul e define que tal Pantanal corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai e seus tributários e, proíbe a instalação de usinas de açúcar e destilarias de álcool nessa área.
Lei nº 1.069/90	Estabelece sanções à pessoa jurídica que descumprir normas de proteção ambiental.
Lei nº 1.238/91	Lei dos agrotóxicos. Estabelece normas sobre uso, produção, armazenamento, consumo e comércio dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como a fiscalização de uso, consumo, comércio, armazenamento, transporte e destino final das embalagens e resíduos.
Lei nº 1.458/93	Dispõe sobre a reposição florestal. Estabelece que as pessoas físicas ou jurídicas que exploram, utilizam, industrializam, transformam ou consomem matéria-prima florestal no Estado ficam obrigadas a promover a reposição, no mesmo Estado, mediante o plantio de espécies florestais adequadas, observado o mínimo equivalente ao respectivo consumo.
Lei nº 1.488/94	Institui a concessão de incentivos fiscais às empresas extrativas ao realizarem reflorestamento com espécies nativas, exóticas e frutíferas.
Lei nº 1.600/95	Dispõe sobre a realização de Auditorias Ambientais.
Lei nº 1.787/97	Dispõe sobre a pesca.
Lei nº 1.826/98	Dispõe sobre a exploração de recursos pesqueiros e estabelece medidas de proteção e controle da ictiofauna, e dá outras providências.
Lei nº 1.909/98	Estabelece a forma de reparação de danos ecológicos que ocasionem a mortalidade de peixes nos rios.
Lei nº 2.043/99	Dispõe sobre a apresentação de projetos de manejo e conservação de solos.
Lei nº 2.055/99	Dispõe sobre o controle de organismos geneticamente modificados e institui a comissão técnica estadual de biossegurança, e dá outras providências.
Lei nº 2.080/00	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a resíduos sólidos.
Lei nº 2.095/00	Dispõe sobre o licenciamento ambiental para as atividades de extração mineral.
Lei nº 2.135/00	Institui a Política para o Desenvolvimento do Ecoturismo e dá outras providências.

Continua...

Tabela 41. Continuação...

Normas	Disposições
Lei nº 2.193/00	Dispõe sobre o ICMS Ecológico e dá outras providências.
Lei nº 2.223/01	Responsabiliza os proprietários e arrendatários de imóveis rurais e urbanos pela poluição hídrica dos rios-cênicos, e dá outras providências.
Decreto nº 1.581/82	Regulamenta a Lei nº 328/82 e estabelece a obrigatoriedade de todas as atividades, independentemente do porte e do nível de poluição, do licenciamento ambiental mediante a apresentação do Projeto de Avaliação de Impacto Ambiental (PAIA).
Decreto nº 4.625/88	Regulamenta a Lei nº 90/80. Estabelece que a Sema deverá: elaborar normas técnicas, estabelecendo os padrões de proteção do meio ambiente, observada a legislação federal; incentivar os municípios a adotarem norma de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente; analisar e emitir pareceres técnicos sobre o estudo e relatório de impacto ambiental; exigir prévio licenciamento ambiental à construção, instalação, ampliação e funcionamento de empreendimento, cuja atividade seja considerada a fonte de poluição; fiscalizar o cumprimento das normas de proteção e controle de qualidade ambiental, tendo livre acesso aos locais ou ambientes alterados.
Decreto nº 5.005/89	Disciplina as atividades de extração mineral no Mato Grosso do Sul. Suspende na bacia do Pantanal e seus tributários, toda e qualquer atividade de extração de pedras preciosas, semi-preciosas e/ou ouro realizadas com equipamento do tipo dragas, moinhos, balsas, pares de bombas (chupadeiras), bicas (cobras fumando) e quaisquer outros que apresentam afinidades.
Decreto nº 5.646/90	Dispõe sobre a exploração dos recursos pesqueiros, seus fins e mecanismos de controle.
Decreto nº 6.444/92	Regulamenta a Lei nº 1.238, referente a agrotóxicos.
Decreto nº 7.251/93	Dispõe sobre a instituição de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). Estabelece que à Semades cabe reconhecer e registrar como RPPN, por destinação de seu proprietário e em caráter perpétuo, imóvel do domínio privado localizado no território do estado em que, no todo ou em parte, sejam identificadas condições naturais primitivas, semi-primitivas, recuperadas, pelo aspecto paisagístico ou para a preservação do ciclo biológico de espécies da fauna e da flora nativa.
Decreto nº 7.467/93	Institui o programa de apoio à implantação ordenada de agroindústrias na região do Pantanal e sua periferia.
Decreto nº 7.508/93	Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental de Atividade Florestal.
Decreto nº 7.510/93	Define a competência para fiscalização das normas de proteção ambiental.
Decreto nº 7.511/93	Institui a autorização ambiental de pesca.
Decreto nº 7.808/94	Regulamenta a Lei nº 1.458/93, que dispõe sobre a reposição florestal.

Continua...

Tabela 41. Continuação...

Normas	Disposições
Decreto nº 8.056/94	Proíbe a pesca com fim comercial no Mato Grosso do Sul. Apenas ficou permitida a pesca artesanal com fins de subsistência e manutenção, devendo o seu produto ser consumido no seu município de origem, respeitado o período da piracema. Permite a comercialização de pescado oriundo de piscicultura, da pesca marítima e de outros Estados da Federação.
Decreto nº 9.662/99	Cria o Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari, e dá outras providências.
Decreto nº 9.765/00	Cria o Conselho de Parques Regionais e dá outras providências.
Decreto nº 9.934/00	Cria a Área de Proteção Ambiental denominada Rio Cênico Rotas Monçoeiras, e dá outras providências.
Decreto nº 10.214/01	Regulamenta a Lei nº 2.055/99, que dispõe sobre o controle de organismos geneticamente modificados.
Resolução Sema/MS nº 001/89	Disciplina o Serviço Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras.
Resolução Sema/MS nº 004/89	Disciplina a realização de Audiências Públicas no processo de Licenciamento Ambiental de Atividades Poluidoras.
Resolução Sema/MS nº 006/93	Disciplina sobre a instituição de reservas particulares do patrimônio natural por destinação do proprietário.
Resolução Sema/MS nº 009/94	Disciplina o Licenciamento Ambiental de Atividade Florestal.
Resolução Sema/MS nº 011/94	Disciplina os procedimentos para a reposição florestal.
Resolução Sema/MS nº 001/95	Disciplina disposições do Decreto nº 8.056/94 sobre a pesca.
Resolução Semades nº 302/97	Altera anexos da Resolução Sema nº 001/89 e da Resolução Sema nº 009/94 e dá outras providências.
Resolução Semades nº 324/98	Disciplina o Licenciamento Ambiental da Atividade Suinícola.
Resolução Semades nº 331/98	Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental para Empreendimentos Turísticos.
Deliberação CECA nº 003/97	Disciplina o uso das águas das bacias hidrográficas, classifica seus corpos d'água e define os padrões de emissão de efluentes.

A região é extensa, o efetivo de fiscalização, bem como os recursos financeiros, são reduzidos, a articulação entre as diferentes esferas de poder é incipiente e o aparelhamento, tais como computadores, disponibilização de informações existente sobre o meio ambiente, veículos, GPSs etc, é bastante precário.

A literatura consultada e a experiência dos autores em vários anos de trabalho na região permitem inferir que a dificuldade de se alcançar a eficácia do sistema de gestão, na bacia, passa por questões das seguintes ordens: baixos salários dos técnicos envolvidos no processo, ocasionando constantes substituições e consequente descontinuidade das atividades sob suas responsabilidades, fiscalização deficiente, principalmente pelo baixo efetivo para essa finalidade, divisão da área em dois Estados (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e desarticulação da legislação. A eficiência poderia ser alcançada se esse quadro fosse revertido. Também, a criação de mecanismos de gerenciamento dos recursos naturais conjuntos entre os dois estados seria um fator importante para se alcançar essa eficiência.

Instrumentos de planejamento municipal e de gestão urbana

Com relação aos municípios, são apresentadas informações na Tabela 42 sobre a existência dos principais instrumentos de planejamento municipal e de gestão urbana, bem como sobre os Conselhos de Turismo e de Meio Ambiente, presumindo que tais informações são úteis para a política de conservação dos recursos naturais e de desenvolvimento, aplicáveis à área da Bacia do Alto Taquari.

Utilizando as informações de IBGE (2001b), identificaram-se Conselhos, Leis e Planos como principais instrumentos de planejamento e gestão municipal. Os Conselhos Municipais formam instâncias da sociedade civil que representam direitos e interesses específicos que se articulam com os poderes constituídos nas esferas municipal, estadual e federal. Eles são importantes por propiciarem a participação da sociedade, a identificação de demandas locais, e a elaboração e o acompanhamento de políticas públicas setoriais, sendo que muitas vezes o seu funcionamento é pré-requisito para o aporte de recursos. Observa-se na Tabela 42, que apenas 22,2% dos municípios da bacia dispunham de Conselho de Turismo e de Conselho de meio Ambiente, em 1999. Apesar de ser um número bastante irrisório, este segue próximo da média nacional, que é de 16% para Turismo e 21% para Meio Ambiente. A Lei Orgânica obrigatória, a partir da Constituição de 1988, é um conjunto de leis básicas que rege cada município e está presente em 100% dos municípios, superando a média nacional que é de 96,4%. Quanto aos Planos municipais, somente o Plano Plurianual de Investimento (PPA) é obrigatório, estando presente em 100% dos municípios, superando a média nacional, que é de 81%. Já o Plano de Governo, que é muito anterior ao PPA, foi observado somente em 66,7% dos municípios, mas mesmo assim superando a média nacional que registra a sua existência em apenas 35,8% dos municípios brasileiros. O Plano Estratégico, cuja média nacional é 6,5%, na bacia atinge 11,1%.

Tabela 42. Existência dos principais instrumentos de planejamento e gestão municipal e urbana, agregados à área municipal em 2001.

Municípios	Instrumentos de planejamento e gestão										
	Municipal					Urbana					
	Conselhos*		Lei Orgânica Municipal	Governo	Planos Plurianual de Investimento	Estratégico	Plano Diretor	Perímetro Urbano	Parcelamento do solo	Zoneamento	
Turismo	Meio Ambiente										
MT											
- Alto Araguaia	não	nd	sim	sim	sim	não	não	sim	não	não	
- Alto Taquari	não	nd	sim	sim	sim	não	não	não	não	não	
MS											
- Pedro Gomes	não	nd	sim	não	sim	não	não	sim	sim	sim	
- Coxim	não	nd	sim	não	sim	não	não	sim	sim	sim	
- Costa Rica	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não	sim	não	não	
- Rio Verde	não	não	sim	sim	sim	não	não	sim	sim	não	
- São Gabriel	não	nd	sim	sim	sim	não	não	sim	não	não	
- Camapuã	não	sim	sim	não	sim	não	não	sim	não	não	
- Alcinópolis	sim	nd	sim	sim	sim	não	não	sim	não	não	
%	22,2	22,2	100,0	66,7	100,0	11,1	0,0	88,9	33,3	22,2	

* Dados de 1999; nd = não disponível.
Fonte: *Ibge (2001b), Ibge (2003b).

Foram identificadas em IBGE (2001b), Planos e Leis como principais instrumentos de planejamento e gestão urbana. O Plano Diretor, obrigatório a partir da Constituição de 1988, para todos os municípios com mais de 20 mil habitantes, já se encontra implantado em 15% dos municípios brasileiros. Entretanto, o único município (Coxim) da bacia com mais de 20 mil habitantes, não conta com esse tipo de instrumento. Salienta-se que, apesar de não obrigatório, esse instrumento pode ser utilizado por municípios com menor população que a determinada em Lei. Importante para a delimitação de área de cobrança de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), no âmbito municipal e, do Imposto Territorial Rural (ITR), no âmbito federal, é a existência da Lei de Perímetro Urbano, presente em 67,3% dos municípios brasileiros. Já nos municípios da Bacia do Alto Taquari, o instrumento está presente em 88,9% deles, faltando apenas a sua implementação em Alto Taquari, MT. Em 33% dos municípios da bacia, verificou-se a existência da Lei de Parcelamento do Solo, superando ligeiramente a média nacional, que é de 28%. A Lei de Zoneamento ou equivalente, existente em 22,2% dos municípios da bacia, é praticamente semelhante à média nacional, atingindo 21,6% dos municípios brasileiros.

Unidades de conservação

Quanto às Unidades de Conservação, detectou-se a presença de apenas duas áreas na bacia (Figura 79), criadas recentemente, que é um número muito insignificante para uma região tão problemática quanto essa bacia.

Em 09 de outubro de 1999, pelo Decreto nº 9.662/99, o Governo de Mato Grosso do Sul cria o Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari, abrangendo uma área contínua de 30.618,96 ha, e ocupando áreas parciais nos municípios de Alcinoópolis e Costa Rica. Tal criação considerou que as nascentes do Rio Taquari e ecossistemas associados apresentam-se com alta diversidade de paisagens, sítios arqueológicos, e de espécies da flora e fauna associadas, abrigando remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual, do domínio Atlântico. Tem o objetivo de preservar os ecossistemas, espécies da flora e fauna associadas, a manutenção da bacia hidrográfica e do patrimônio cultural e paisagístico da região, objetivando sua utilização para fins de pesquisa científica, educação ambiental, recreação e turismo em contato com a natureza.

Em 05 de junho de 2000, pelo Decreto nº 9.934/00, o Governo do Mato Grosso do Sul cria a Área de Proteção Ambiental (APA) denominada Rio Cênico Rotas Monçoeiras, constituída de uma área contínua do Rio Coxim, abrangendo os municípios de Rio Verde, Camapuã, São Gabriel do Oeste e Coxim. Essa área contínua varia de 30 a 100 metros de largura, com o leito do rio no centro, sendo que, nas confluências de córregos, agrega uma parte destes, variando entre 290 e 900 metros de comprimento. Tal criação considerou que a Bacia do Rio Coxim apresenta alto valor estético, arqueológico, e histórico-cultural, abrigando uma expressiva diversidade de paisagens e diversas formas de vida aquática e terrestre nela associada. Tem

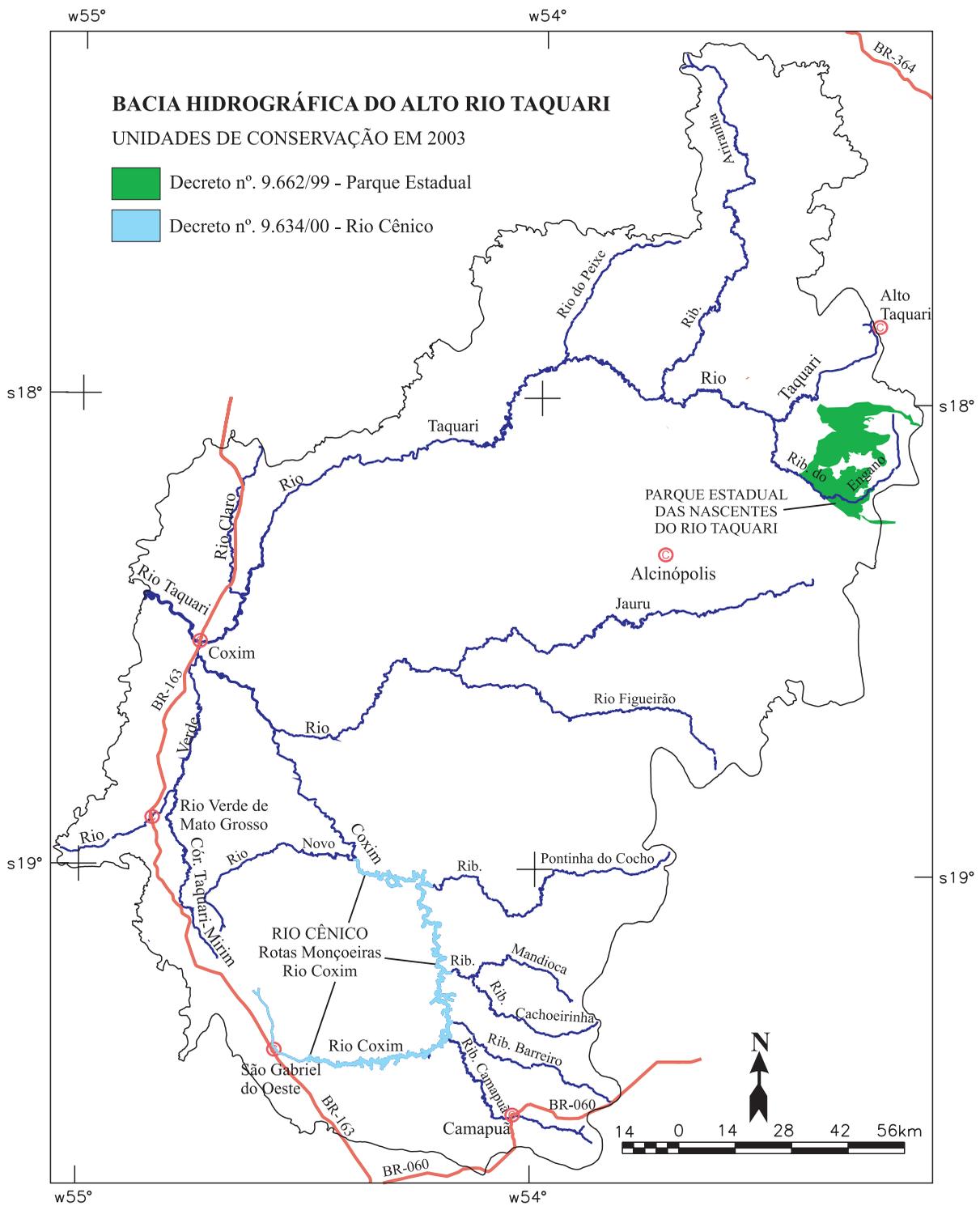


Figura 79. Unidades de conservação existentes na Bacia do Alto Taquari em 2003.

Fonte: Adaptado de Mato Grosso do Sul (2003).

o objetivo de proteger o conjunto paisagístico e ecológico-cultural, promover a manutenção da bacia hidrográfica e formas de vida aquática e terrestre nela agregada, compatibilizando-a com o uso racional dos recursos ambientais e com a ocupação ordenada do solo, garantindo qualidade ambiental e de vida das comunidades autóctones.

Diante da extensão e complexidade da área de estudo, a destinação de pouco mais de 1% de sua área para conservação é irrisória e ineficiente. Esforços por parte do governo e pressão por parte da sociedade organizada devem ser imediatamente efetuados, no intuito de implantar novas unidades de conservação na bacia.

Organizações ambientalistas não governamentais (ONGs)

Quantos às ONGs, cujas abrangências de ações podem se estender à área integral ou parcial da bacia, destacam-se as seguintes:

- Ecologia e Ação (Ecoa), com sede em Campo Grande, MS.
- Fundação para a Conservação à Natureza de Mato Grosso do Sul (Fuconams), com sede em Campo Grande, MS.
- Sociedade de Defesa do Pantanal (Sodepan), com sede em Campo Grande, MS.
- Associação de Defesa Ambiental da Bacia do Taquari e Pantanal do Mato Grosso do Sul (ADA Taquari/Pantl), com sede em São Gabriel do Oeste, MS.
- Associação de Preservação Ambiental do Taquari (APA Taquari), com sede em Costa Rica, MS.
- Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio Taquari (Cointa), com sede em Campo Grande, MS.
- Conservation International (CI), com sede em Campo Grande, MS.

Como pode ser observado pela listagem das ONGs, há um número razoável de organizações ambientalistas não governamentais com atuação na bacia. Porém, considerando o quanto a bacia já perdeu de sua biodiversidade e o quanto vem perdendo gradativamente, nota-se pouca eficiência da atuação dessas organizações. Isso nos indica que elas: a) não têm uma linha de ação claramente definida, b) não têm conhecimento técnico suficiente sobre a questão, c) não trabalham articuladamente entre si, ou d) não detêm uma força política efetiva para mobilizar a sociedade ou mesmo para exercer pressão nos agentes governamentais.

Capítulo 16

Diagnóstico ambiental

Estruturação dos dados no modelo Pressão - Estado - Resposta (PER)

Foi realizado o diagnóstico ambiental da bacia utilizando-se das informações dos meios físico, biótico e sócioeconômico. Tal diagnóstico foi baseado na vocação e na fragilidade do ecossistema, obtidas pelo conhecimento de sua estrutura e de seu funcionamento, apoiada nas diferentes temáticas, inclusive na aptidão do solo e no potencial de erosão; na gestão ambiental existente e na identificação de indicadores ambientais, culminando na construção do zoneamento ambiental propriamente dito.

Os dados foram organizados segundo o modelo estrutural conhecido como “Pressão-Estado-Resposta (P-E-R)”, desenvolvido por OECD (1993), já descrito no Capítulo 2. Quando possível, procurou-se destacar as atividades humanas que exercem pressão sobre o ambiente, o estado do ambiente e as respostas dadas pela sociedade por meio de políticas econômicas, políticas ambientais e programas de prevenção, redução ou mitigação frente às alterações ambientais provocadas por esses impactos. Os principais indicadores (Tabela 43) utilizados na análise foram dispostos nas dimensões ambiental, econômica e social, conforme estrutura proposta por IBGE (2002b).

Tabela 43. Principais indicadores para identificar a pressão, o estado e a resposta ambiental na Bacia do Alto Taquari.

		Tema	Principais indicadores	
Dimensão ambiental		Geologia	Unidades geológicas	
		Geomorfologia	Tipos de relevo	
		Solo	Mudança na cobertura do solo Tipos de solo	
		Recursos hídricos	Qualidade da água	
		Clima	Precipitação pluviométrica Tipos climáticos	
		Biodiversidade	Áreas protegidas (%) Vegetação natural (%)	
Dimensão econômica	Infraestrutura	Transporte	Tipos de estradas e acessos	
		Energia elétrica	Cobertura domiciliar (%)	
		Comunicação	Terminais telefônicos instalados (%)	
	Aspectos econômicos	Saneamento básico	Abastecimento de água (%) Banheiros e sanitários (%) Esgotamento sanitário(%) Coleta de lixo doméstico (%)	
		Estrutura fundiária	Concentração da terra (Gini)	
		Uso da terra	Atividades econômicas Taxa de lotação bovina (cab/ha) Tratores por estabelecimento Máquinas para plantio por estabelecimento Colheitadeiras por estabelecimento Práticas de conservação de solo (%)	
Dimensão social	Dinâmica populacional	Demografia	Densidade demográfica (hab/km ²)	
		Crescimento	Taxa de crescimento 1991/2000 (%)	
		Sexo	Proporção sexo feminino (%)	
		Domicílio	Proporção população rural (%)	
		Fecundidade	Taxa de fecundidade (%)	
		Idade	Idade média (anos)	
	Condição de vida	Saúde	Esperança de vida ao nascer em anos (IDH) Acesso à saúde (leito/mil hab)	
		Habitação	Morador por domicílio Domicílios próprios (%)	
		Energia elétrica	Consumo por domicílio	
		Acesso a serviços	Comunicação (%) Cultura e lazer (%) Comércio para cultura e lazer (%) Justiça (%) Agências de correio (n°) Agências bancárias (n°)	
			Educação	Taxa de alfabetização (IDH) Taxa de frequência escolar(IDH)
			Renda	Rendimento familiar per capita em Reais de agosto/2000 (IDH)

Indicadores ambientais baseados no modelo P-E-R

Baseado nas informações contidas na caracterização ambiental, na vocação das terras e na fragilidade ambiental, buscou-se identificar os indicadores ambientais mais relevantes para a área de estudo. Na Tabela 44 observam-se tais indicadores organizados segundo o modelo estrutural conhecido como “Pressão-Estado-Resposta (P-E-R)”, desenvolvido pela OECD (1993). Os indicadores estão dispostos nas dimensões ambiental, econômica e social. Para algumas das respostas da sociedade utilizou-se a própria legislação em vigor, para outras foram utilizados os Projetos Estratégicos (PEs), elaborados no escopo do Plano de Desenvolvimento Regional (PRD) do Governo do Estado de Mato Grosso do Sul.

A seleção e a organização dos indicadores da Tabela 44 fornecem, rapidamente, uma sinopse, clara e objetiva, das condições ambientais e dos impactos encontrados na bacia, bem como das propostas da sociedade para reversão ou melhoria da situação. Essas informações constituem-se no suporte para a construção de cenários e do zoneamento ambiental.

Tabela 44. Indicadores ambientais de pressão, estado e resposta identificados na Bacia do Alto Taquari.

	Principal indicador	Principal pressão	Estado dominante	Resposta
Dimensão ambiental	Geologia - Unidades Geológicas	Exploração areia, argila e cascalho.	Descaracterização da paisagem e perda dos recursos minerais.	Exigência legal de recuperação das áreas exploradas e normas de mitigação. Dec. MS 1.581/82 e Lei MS 2.095/00.
	Geomorfologia - Tipos de relevo	Pastagem sobre relevos frágeis (erosivos aguçados e convexos).	Erosão e assoreamento, com soterramento de muitos trechos de cursos d'água, principalmente nos relevos com índice de dissecação forte e muito forte.	Práticas de conservação de solo, como curva de nível e terraceamento. Lei MS 90/80 e Lei MS 2.043/99. No Plano de Desenvolvimento Regional (PRD) do MS há o Projeto Estratégico (PE): Promover estudos de aptidão e ordenamento do uso do solo.
	Solo - Mudança na cobertura do solo - Tipos de solo	Aumento de áreas de pastagem em solos altamente susceptíveis à erosão.	62% do solo desprovido da cobertura vegetal original. Perda das camadas superficiais do solo com surgimento de extensas e profundas voçorocas em Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico e em manchas de Areias Quartzosas álicas.	Implantação da rede de monitoramento de qualidade da água superficial. Deliberação CECA 003/97. Controle de agrotóxicos (Lei MS 1.238/91 e Dec. MS 6.444/92).
	Recursos hídricos - Qualidade da água	Despejo de efluentes industriais e de efluentes líquidos domésticos dispersos. Agrotóxicos concentrados na Bacia do Coxim.	Cursos d'água com IQA bom, aceitável e ruim.	Quase inexistente. Criação de duas UCs (Dec. MS 9.662/99 - Parque e Dec. 9.934 - Rio Cênico). Há os PRD/ PEs:
	Clima - Precipitação pluviométrica - Tipos climáticos	Aumento de desmatamento.	Maior volume de chuva após 1970.	1) Recuperar áreas degradadas e matas ciliares e 2) Reforçar a ação das entidades ligadas à fiscalização ambiental.
Dimensão econômica	Biodiversidade - Áreas protegidas (%) - Vegetação natural (%)	Substituição da vegetação por pastagem e agricultura com pouca proteção da vegetação ciliar.	1,14% de áreas protegidas. 38% de área natural até 2000.	
	Transporte - tipos de estradas e acessos	Trânsito de veículos pesados em estradas precárias com solos erodíveis, voçorocas nas laterais e atoleiros.	Ferrovias para transporte de grãos, pavimentadas para transporte de cargas e grãos, implantadas para transporte de cargas e animais, leito natural para transporte de cargas e locomoção entre fazendas e localidades da bacia.	Permanente recuperação das estradas implantadas e leitos naturais. Há os PRD/PEs: 1) Ampliar, recuperar e dar manutenção à malha rodoviária da região e 2) Adquirir equipamentos e capacitar os funcionários das prefeituras para recuperar as estradas vicinais.
	Infraestrutura			

Continua...

Tabela 44. Continuação...

	Principal indicador	Principal pressão	Estado dominante	Resposta
Dimensão econômica	Energia elétrica - Cobertura domiciliar (%)	Distribuição de energia diferenciada entre área rural e área urbana, com concentração nas cidades	Cobertura na bacia é de 91,4%; cobertura nos municípios varia de 71,9 a 97,9%.	Não existe uma política governamental efetiva que subsidie recursos para dotar os municípios da infraestrutura necessária, a fim de melhorar este quadro a curto prazo. Por outro lado os PRD/PEs citam: 1) Ampliar sistema de saneamento básico e 2) Implantar eletrificação rural em quantidade e qualidade nas áreas deficientes.
	Comunicação - Terminais telefônicos instalados (%)	É possível que baixos rendimentos da população não permitam o acesso a esse serviço.	Cobertura na bacia do MS 30,5%; cobertura nos municípios variando de 15,5 a 36,6%.	
	Saneamento básico - Abastecimento de água (%) - Banheiros e sanitários (%) - Esgotamento sanitário (%) - Coleta de lixo doméstico (%)	Não é priorizado pelo poder público. Ausência de investimento para alcançar a cobertura de 100% de água encanada e banheiro nos domicílios. Não existe nenhum esforço em implantar a rede de esgoto e de coleta de lixo, com níveis baixos de cobertura domiciliar.	Cobertura de água bacia é de 96,7% e nos municípios varia de 92,4 a 99,2%; cobertura de banheiros na bacia é 95,7% e nos municípios varia de 87,8 a 98,5%; cobertura de esgoto na bacia é 8,8% e nos municípios varia de 0 a 26,4%; cobertura de coleta de lixo na bacia é 73,2% e nos municípios varia de 53,3 a 79,3%.	
	Estrutura fundiária - Concentração da terra (Gini)	Hegemonia de grandes latifundiários, cuja divisão da terra já remonta a século.	Na bacia, o índice G é 0,652 e, nos municípios, varia de 0,514 a 0,755.	
	Aspectos econômicos Uso da terra - Atividades econômicas - Taxa de lotação bovina (cab/ha) - Tratores por estabelecimento - Máquinas para plantio por estabelecimento - Colheitadeiras por estabelecimento - Práticas de conservação de solo (%)	Incentivos sucessivos para exportação de carne bovina e de grãos estimularam o crescimento da pecuária e da agricultura a partir da década de 70. Com isso, foram agregados à região novos tratores, máquinas para plantio e máquinas para colheitadeiras, bem como práticas de conservação de solo.	62% da área natural da bacia foi substituída por pastagem, agricultura e cidades até 2000; a taxa de lotação na bacia é de 0,61 cab/ha e nos setores censitários varia de 0,11-1,42; A bacia possui 1,98 trator/estab e nos setores censitários varia de 1,0 a 8,44 em 51,1% dos estabelecimentos; A bacia possui 1,90 máquina plantio/estab e nos setores censitários varia de 1,0 a 5,57 em apenas 14,1% dos estabelecimentos; A bacia possui 2,46 máquina colheitadeira/estab e nos setores censitários varia de 1,0 a 5,86 em apenas 5,1% dos estabelecimentos; A bacia possui 22,5% dos estabelecimentos com práticas de conservação de solo e nos setores censitários varia de 1,6-100,0%, cobrindo 36,8% da área.	

Continua...

Tabela 44. Continuação...

Dimensão social		Principal indicador	Principal pressão	Estado dominante	Resposta
Dinâmica populacional	Demografia	Densidade demográfica (hab/km ²)	Apesar dos estímulos para crescimento na área rural, não há respostas significativas da sociedade. É possível que haja êxodo setorizado da população como em Alcinoópolis, principalmente dos jovens.	A densidade demográfica na bacia é 2,53 hab/km ² e nos municípios varia de 0,84 a 4,81; a taxa de crescimento na bacia é 1,26% e nos municípios varia de -5,5 a 4,49; há 48,3% de mulheres na bacia e nos municípios varia de 46,3 a 49,2; na bacia, 20,4% das pessoas vivem na área rural e nos municípios varia de 11,2 a 37,3; a taxa de fecundidade na bacia é 35,1% e nos municípios varia de 33,1 a 39,0; a idade média da população da bacia é 27,6 anos e nos municípios varia de 23,8 a 28,9.	Não se observa nenhum incentivo ou programa governamental eficiente para fixar os nativos na terra. Só existe vontade expressa nos PRD/ PEs: 1) Estimular o ecoturismo, com aproveitamento do artesanato local, comidas típicas e patrimônio natural; 2) Implementar <i>marketing</i> regional visando ao mercado turístico e à diferenciação dos produtos da terra; 3) Incentivar o resgate histórico e cultural, preservando a cultura nativista e 4) Conseguir incentivos públicos diferenciados para a região, com destaque para a agroindústria familiar e artesanato.
	Crescimento	- Taxa de crescimento 91/2000 (%)			
Condição de vida	Sexo	- Proporção sexo feminina (%)			
	Domicílio	- Proporção população rural (%)			
Saúde	Fecundidade	- Taxa de fecundidade (%)			
	Idade	- Idade média (anos)			
Habituação	Saúde	- Esperança de vida ao nascer (IDH)	A esperança de vida é boa, com média maior que o Brasil e Mato Grosso do Sul. Contrariando essa tendência, o acesso à saúde pela população é precário, faltando recursos financeiros para construção de leitos hospitalares.	A esperança de vida ao nascer na bacia é 71,32 anos e nos municípios varia de 69,46 a 73,81; na bacia há 3,7 leitos/mil habitantes e nos municípios varia de 0 a 9,7.	Há o PRD/PE: Equipar postos de saúde e ampliar a rede hospitalar.
	Habituação	- Morador por domicílio	Não se observa um número excessivo de moradores por domicílio, porém há uma carência de 34,8% de moradias próprias, devido, principalmente, à baixa renda da população.	Na bacia há 3,53 moradores por domicílio e nos municípios varia de 3,30 a 3,65; na bacia há 65,2% de domicílios próprios e nos municípios varia de 58,5 a 69,9.	A diversificação da cadeia produtiva, atração de novas empresas, a capacitação de mão-de-obra qualificada e uma política de geração de empregos, previstos nos PRD/PEs do Governo Estadual pretendem reverter este quadro.
Energia elétrica	Energia elétrica	- Consumo por domicílio (Mwh/ano)	É possível que a baixa renda da população não incentive o aumento de consumo.	O consumo de energia na bacia é de 4,1 Mwh/ano/domicílio e nos municípios varia de 2,2 a 5,9.	

Continua...

Tabela 44. Continuação...

Dimensão social	Principal indicador	Principal pressão	Estado dominante	Resposta
Condição de vida	Acesso a serviços - Comunicação (%) - Cultura e lazer (%) - Comércio para cultura e lazer (%) - Justiça (%) - Agências de correio - Agências bancárias	Falta interesse e articulação política para implantar os meios de acesso à justiça. A pouca geração e circulação de riqueza em algumas localidades não favorece a instalação dos outros tipos de serviços.	O acesso a serviços entre os municípios varia de 25% a 100% para comunicação, de 25% a 75% para estabelecimentos de cultura e lazer, de 33,3% a 100,0% para estabelecimentos de comércio ligados à cultura e lazer e tipos de atendimento pela justiça. Possuem ainda, entre 1 e 3 agências de correio e de 0 a 4 bancos.	Falta um programa eficaz de governo que incentive eventos culturais e de lazer, bem como programas que fomentem a geração de riqueza local, permitindo que a iniciativa privada aloque recursos financeiros na região.
	Educação - Taxa de alfabetização (IDH) - Taxa de frequência escolar (IDH)	É possível que a pouca oferta de trabalho qualificado e os baixos salários oferecidos na região desestimulem as pessoas a estudarem. As campanhas governamentais, para que a criança estude, não têm sido eficazes.	A bacia possui uma taxa de alfabetização de 86,32% e nos municípios varia de 78,25 a 91,40; a taxa de frequência escolar é de 80,88% e nos municípios varia de 73,60 a 83,04.	Há campanhas estimulando a manutenção da criança na escola. Os PRD/PEs sugerem: 1) Qualificar mão-de-obra da região e 2) Capacitar recursos humanos em informática.
Renda - Rendimento familiar per capita em Reais de agosto/2000 (IDH)	O trabalho predominante é considerado desqualificado e com baixa remuneração, controlado pelos grandes latifundiários.	O rendimento familiar per capita é de R\$ 285,66 na bacia, variando de R\$ 179,60 a R\$ 425,19 entre os municípios.	A política salarial da região é pautada nos salários mínimos estipulados para as categorias. O PRD/PE cita: Promover políticas de geração de empregos.	

Construção do cenário atual da bacia hidrográfica

Dimensão ambiental

Na bacia, ocorre um conjunto de formações geológicas que indicam algumas possibilidades de exploração, tanto para minério, quanto para água subterrânea, salientando que, sob essa área, encontra-se uma das maiores áreas de recarga do Aquífero Guarani. Do ponto de vista econômico, os Aluviões Fluviais são os principais fornecedores naturais de material para construção civil, tais como areia, argila e material cascalhoso. As cangas e cascalheiras das Coberturas Detrito-Lateríticas Neogênicas fornecem material abundante para produção de brita e revestimento de estradas. As Lateritas podem ser utilizadas como guia para prospecção de Ouro, Prata, Níquel, Manganês, Alumínio e Fósforo. Os basaltos da Formação Serra Geral são utilizados na construção civil, fornecendo material para brita e cascalho para aterro de estradas, e base para cobertura asfáltica. Os pequenos blocos podem ser utilizados para revestimentos de exteriores de residências. Apesar de se encontrar teores de manganês em torno de 50% nos arenitos vermelhos da Formação Aquidauana, economicamente não se justifica seu aproveitamento. Há possibilidade de se encontrar ouro e diamantes nos paleoplácetes originados da erosão dos sedimentos da Formação Furnas. Um levantamento dos garimpos antigos, ligados à presença dessas rochas, poderia servir como orientação no sentido de se priorizar novos prospectos e seleção das áreas mais promissoras.

Observa-se a ação da indústria areeira, por meio da operação de dragas para retirada de material de construção dos leitos de alguns rios da bacia. Nos morrotes extrai-se cascalho para construção ou manutenção das estradas. Essa atividade descaracteriza a paisagem local, porém ainda não é um impacto relevante devido às suas pequenas extensões na bacia.

Quanto ao relevo, nas regiões onde predominam as formas erosivas aguçadas (14,37% da área da bacia) e convexas (18,08% da área da bacia) residem os maiores problemas ambientais relacionados à erosão e ao assoreamento (Figura 80). Uma grande mancha de relevos aguçados localiza-se no sul da bacia, ocupando uma área expressiva no município de Camapuã e uma área menor nas escarpas da Chapada de São Gabriel do Oeste, no município de mesmo nome. Os relevos aguçados do município de Camapuã possuem índices de dissecação Forte e Muito Forte e são intermitentemente erodidos, causando o assoreamento da sua rede de drenagem, com destaque para os ribeirões: Pontinha do Cocho, Mandioca, Barreiro, Pirizal, Cachoeirinha e Camapuã, principais formadores da Sub-bacia do Rio Coxim, cujos leitos encontram-se soterrados em muitos trechos de seus cursos.

O Solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (unidade Pve1) ocupa quase toda a extensão da área com relevo aguçado, aparecendo algumas manchas de Areias Quartzosas álicas (unidades AQA18 e AQA23). Todos esses solos possuem textura arenosa/média, e são altamente susceptíveis à erosão e à formação de grandes voçorocas. Já nos relevos aguçados da escarpa da Chapada de São Gabriel do Oeste, predomina o Solo Litólico álico (unidade Ra5), cuja textura foi classificada como indiscriminada, porém, podendo ocorrer a textura arenosa/média,

Foto: Myrian Abdon



A - Erosão laminar e em sulcos em área de pastagem vizinha ao Rio Feio. Areias Quartzosas álicas (AQa12) em relevo erosivo convexo (Dc13). Sub-bacia do Rio Jauru, município de Camapuã. 18°48'59"S 53°47'48"W. 19.09.2002.

Foto: Myrian Abdon



B - Assoreamento e ausência de calha no ribeirão Pirizal, afluente do ribeirão Mandioca, visto no sentido oposto à nascente. Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe1) em relevo erosivo aguçado (Da25). Sub-bacia do Rio Coxim, município de Camapuã. 19°22'39" 53°58'03". 27.02.2002.

Figura 80. Erosão (A) e assoreamento (B) comumente encontrados na área de estudo.

quando ocorre a associação desses solos com os solos Podzólicos Vermelho-Amarelo álicos + Areias Quartzosas álicas. Mesmo com esse relevo movimentado, não foram verificadas erosões expressivas na área. Isso, provavelmente, está sendo minimizada pela cobertura vegetal original que recobre as escarpas. Situação semelhante de conservação pode ser observada nas manchas de relevos aguçados localizados na borda nordeste da bacia, Município de Alto Araguaia, porém com predomínio de Solo Litólico distrófico (unidade Rd8). Entretanto, na parte leste dessa mancha, verificaram-se, pelos padrões nas imagens de satélite, algumas áreas de erosão nas escarpas onde se localizam as nascentes do córrego Vermelho.

Quanto aos relevos convexos, nestes também ocorrem áreas com índices de dissecação forte e muito forte. Com dissecação muito forte foi verificada uma concentração de pequenas manchas do tipo Dc15 na parte central da bacia, numa área cortada pelos Rios Jauru, localizada entre os Rios Coxim e Taquari, ao norte dos municípios de São Gabriel do Oeste e Camapuã, e à sudeste do município de Coxim. Essas áreas apresentam graves problemas de erosão, muitas vezes em áreas naturais. Com dissecação forte predominam as manchas maiores, representando mais de 75% da área com relevo convexo, ocorrendo na porção central da bacia e subindo em direção ao norte. Tais formas de relevos localizam-se no distrito de Figueirão (município de Camapuã), ao leste do município de Coxim, na maior parte do município de Alcinópolis e no município de Alto Araguaia, na sua parte norte e sul (no distrito de Vila Buritizal). Os maiores problemas de erosão e assoreamento foram observados no município de Alcinópolis, com destaque para a região do córrego Tigela e no município de Camapuã, com destaque para o assoreamento do Rio Figueirão.

As unidades morfoesculturais (2º Taxon) fornecem uma outra maneira de se observar a geomorfologia da região. Na Tabela 45, são apresentadas as principais morfoesculturas encontradas na bacia, associadas aos tipos de relevos, de solo e de predominância de uso.

Quanto aos solos da bacia, verifica-se que para os Latossolos, a principal limitação ao uso agrícola é a baixa fertilidade natural. As Areias Quartzosas Hidromórficas, devido à localização de planície que ocupam, estão sujeitas a alagamento periódico, com presença de lençol freático próximo à superfície do terreno. As Areias Quartzosas álicas possuem baixos valores de soma de bases, além de, na maioria das vezes, ser elevada à saturação por alumínio. Possuem baixa capacidade de retenção de umidade, intensa lixiviação e elevada susceptibilidade à erosão, sobretudo quando sujeitos a fluxo de água concentrado, que pode provocar a instalação de grandes voçorocas (Figura 81). Os Solos Litólicos estão sempre relacionados a locais com relevo movimentado e bordas de platôs.

Por esse cenário propenso à erosão, a implantação de pastagens cultivadas, nessas áreas de relevo dissecado e com alta erodibilidade do solo, faz acelerar o desequilíbrio ambiental na região. Observa-se que nem mesmo a adoção de práticas de conservação de solo tem sido eficiente.

A curva de nível e o terraceamento são as práticas mais utilizadas na região, mas um mesmo estabelecimento pode fazer uso de mais de um tipo dessas práticas. Em 1996, nos 22,5% dos estabelecimentos que faziam conservação de solo, verificou-se que a curva de nível era a prática de conservação de solo mais difundida entre eles, sendo adotada em pelo menos 76,0%

Tabela 45. Apropriação das unidades geomorfológicas morfoesculturais (2º Táxon - Figura 11, capítulo 6) identificadas na Bacia do Alto Taquari.

Morfoesculturas	Característica, solo predominante e uso
Chapada das Emas	É uma superfície aplainada e alta, quase sem variação altimétrica. No oeste da Chapada aparecem frentes de <i>cuestas</i> com desnível de mais de 200 m e superfícies planas no topo. Os solos são Litólicos álicos na escarpa e Podzólicos Vermelho-Amarelo álicos nos trechos mais dissecados e, no topo, prevalecem os solos Latossolos Vermelho-escuro com textura argilosa. Predomina a agricultura.
Planalto do Taquari	É uma grande superfície, pouco dissecada, com formas erosivas tabulares e formas convexas amplas espalhadas por toda a área, e formas aguçadas na borda leste e convexas principalmente nas nascentes. Cortando o Planalto em sentido N-S, a partir da serra Preta até altura do Rio Jauru, aparecem escarpas estruturais abaixo de 200 m. Os solos são predominantemente de Areias Quartzosas álicas, e, secundariamente, de Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo álico e Litólicos álicos. Predomina a pastagem plantada.
Chapada do Coxim	É uma longa e estreita faixa residual cujas bordas, no lado ocidental, formam frente de <i>cuesta</i> acima de 100 m. Superfícies aplainadas aparecem entre as cidades de Coxim e Rio Verde, e formas convexas aparecem próximas a Coxim. Nas proximidades da serra de Rio Verde aparecem formas erosivas tabulares de topo plano limitadas por escarpas erosivas. Os solos são, em geral, de Areias Quartzosas álicas e Latossolos Vermelho-escuro álicos. Predomina a pastagem plantada.
Chapada de São Gabriel	É uma superfície plana e alta, ocupando uma posição geográfica de destaque por estar circundada por uma área de relevo mais rebaixado e dissecado. Com altitudes superiores a 700 m e com um modelado essencialmente plano, a chapada é delimitada em quase toda a sua borda por escarpas erosivas e estruturais, apresentando também ressaltos topográficos. Nos topos tabulares, os solos são Latossolos Vermelho-escuros álicos e, na superfície plana, são Latossolos Vermelho-escuros distróficos. O uso da terra é praticamente agrícola, com predomínio do cultivo de soja, embora as escarpas ainda se mantenham com sua vegetação original, provavelmente devido à dificuldade de acesso às máquinas e aos tratores.
Planalto de Maracaju	É uma estreita faixa com altitudes até 600 m. São encontradas as formas tabulares, convexas, escarpas nas bordas, configurando frentes de <i>cuesta</i> dissimuladas pelas atividades erosivas e relevos residuais. No contato com as Depressões, nas vertentes, instalaram-se estreitas faixas de relevo dissecado do tipo aguçado. Os solos são Latossolos Vermelho-Escuro álico e nas escarpas são Litólicos distróficos. Pastagem e agricultura.
Planalto de Campo Grande	Apresenta uma área mais elevada e dissecada. No norte, aparecem frentes de <i>cuestas</i> dissimuladas abaixo de 200 m. Os processos erosivos pretéritos originaram as formas aguçadas e vertentes abruptas do relevo. No topo predominam os solos Latossolos Vermelho-Escuro álico e nas escarpas os solos Litólicos álicos. Pastagem e agricultura.

Foto: Myrian Abdon



Voçoroca em área de pastagem vedada, no afluente do córrego Tigela, alcançando 25 m de profundidade, 20 m de largura e 2 km de comprimento. Areias Quartzosas álicas (AQa12) em relevo erosivo convexo (Dc14). Sub-bacia do Rio Jauru, município de Alcinópolis. 18°22'54''S 53°33'42''W. 18.09.2002.

Figura 81. Voçoroca em Areia Quartzosa encontrada na Bacia do Alto Taquari.

dos estabelecimentos, seguido pelo terraceamento, adotado em, pelo menos, 54,5%. Camapuã e Alcinópolis, que possuem as terras altamente susceptíveis à erosão, aplicam alguma técnica de conservação de solo em aproximadamente 20% dos seus estabelecimentos agropecuários.

Como já salientado, a bacia é uma grande produtora de sedimentos. Das três sub-bacias da região, aquela associada diretamente ao Rio Taquari é a maior produtora de sólidos suspensos. Entretanto, o Rio Coxim apresenta concentrações em sólidos suspensos mais altas do que o Rio Taquari, pelo fato de possuir quase a metade do volume de água deste outro rio. Isto pode ser explicado, em grande parte, pelo expressivo aporte de sedimentos provenientes da parte leste da Bacia do Rio Coxim, localizada no município de Camapuã. Essa região possui solos com textura arenosa/média em um relevo altamente dissecado, apresentado os seus principais cursos d'água assoreados. Aliado a esses solos e aos relevos propensos à erosão, soma-se as chuvas concentradas em outubro/março, fazendo com que a produção de sedimentos seja multiplicada por quatro.

Além da pecuária e da agricultura, ambas instaladas na bacia há mais tempo, a criação de suínos vem se desenvolvendo rapidamente na sua porção sudoeste, no município de São Gabriel do Oeste. Os laticínios, frigoríficos e abatedouros, além dos areeiros, são as principais atividades industriais da bacia e fontes potenciais de poluição das águas. Essas águas são utilizadas para abastecimento público, recepção de efluentes industriais, recepção de efluen-

tes líquidos domésticos, irrigação, pesca e balneabilidade. A qualidade das águas superficiais na bacia, baseada nos níveis de IQA, para os anos de 1997/1998, foi enquadrada entre ruim, aceitável e boa. Para o acompanhamento e controle da qualidade da água superficial da bacia, a Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul implantou a rede de monitoramento de qualidade da água superficial a partir de 1994.

O Rio Taquari apresentou uma qualidade de água entre boa e aceitável, sendo que em aproximadamente 90% do seu leito a qualidade foi boa. Entretanto, Mato Grosso do Sul (1999) salienta que os parâmetros coliformes fecais, em algumas amostras, e fósforo total, em quase todas as amostras, não atenderam aos padrões da classe 2 na Estação TQ2481 (Figura 19, capítulo 8). Já na Estação TQ2441, após receber as águas do Rio Coxim, a qualidade passa de boa para aceitável, sendo que os parâmetros coliformes fecais, fósforo total e turbidez, em algumas amostras, não atenderam aos padrões da classe 2.

O Rio Coxim possui as águas mais comprometidas da bacia, que são enquadradas, segundo o IQA, entre ruim e aceitável, com aproximadamente 40% de seu trecho com qualidade ruim. Segundo Mato Grosso do Sul (1999), esse rio, na Estação CX0266 (Figura 19, capítulo 8), trecho de classe especial, teve sua qualidade aceitável comprometida, estando quase todos os parâmetros medidos em desacordo com a sua classe. À jusante de São Gabriel do Oeste, sua qualidade passa de aceitável a ruim, até a confluência com o ribeirão Pontinha do Coxo, onde passa novamente a ter qualidade aceitável, até a sua foz no Rio Taquari (CX2000). Nessa Estação, as medidas de DBO, coliformes fecais e turbidez, em algumas amostras, e fósforo total na totalidade das amostras, não atenderam os padrões da sua classe.

Já o Ribeirão Camapuã possui mais de 80% de seu trecho, com qualidade da água aceitável e o restante com qualidade boa. Essa constatação deve ser reanalisada sob outro prisma, pois esse ribeirão é altamente assoreado. Deve-se lembrar que a maior parte da Bacia do Rio Coxim possui a qualidade de água ruim, devido à drenagem que se origina de grande parte das terras agricultáveis da Chapada de São Gabriel do Oeste e das terras de pecuária sobre relevo dissecado do município de Camapuã.

O Rio Taquari-Mirim e seu afluente, o Rio Verde, apresentaram qualidade da água ótima e boa em toda a sua extensão, mas, mesmo assim, Mato Grosso do Sul (1999) alerta para o fato de que pH, coliformes fecais e fósforo total, em alguns casos, não atenderam os padrões exigidos para a classe 2.

Observa-se na Figura 20, capítulo 8, que a qualidade de água é boa (em 42,1% da bacia) na cabeceira do ribeirão Camapuã e a partir do meio da bacia para o norte, onde o Rio Taquari é o leito principal. A qualidade da água é aceitável (em 41,9% da bacia) no trecho final da Bacia do Taquari, a partir da cidade de Coxim, nas Sub-bacias dos Rios Jauru, Verde, Taquari-Mirim, na cabeceira do Rio Coxim e na parte final da Sub-bacia do Ribeirão Camapuã, da cidade de Camapuã até a sua foz, no Rio Coxim. A qualidade da água é ruim (em 16 % da bacia), na maior parte da Bacia do Rio Coxim.

As mudanças na qualidade da água estão, sem dúvida, estreitamente relacionadas ao aporte de poluentes proveniente das atividades da pecuária e da agricultura, dominantes na bacia, como se verifica a seguir.

A busca por maior produtividade faz com que o setor agropecuário adote tecnologias disponíveis no mercado, buscando alcançar um melhor rendimento da sua produção. Entre as tecnologias adotadas na região, os produtos químicos fazem parte do manejo diário nesse setor. Nesse sentido, os pesticidas são amplamente utilizados na agropecuária para controlar insetos, doenças de plantas e animais e, combater ervas invasoras de culturas e pastagens. Vieira et al (2000) efetuaram um levantamento sobre a utilização de pesticidas na bacia, para o período de 1988 a 1996, calculando em 1.369.957 litros a quantidade utilizada nesses nove anos. Os herbicidas são os mais utilizados, respondendo por 78,6% de toda pesticida consumida na bacia. Em seguida vêm os inseticidas com 21,2% e os fungicidas com apenas 0,2%. Estimou-se em 36,9% o consumo de pesticidas somente no município de São Gabriel do Oeste, destacando-se como o maior consumidor desse produto. Separado por tipo de pesticida, São Gabriel do Oeste é, também, o maior consumidor de herbicida (37,2%), inseticida (35,2%) e fungicida (100%). Do grupo químico dos herbicidas, destaca-se a dinitroanilina, com nome comercial Trifluralina, que responde por 41,5% do consumo. Esse produto pertence à classe toxicológica II, ou seja, altamente tóxico e, quanto ao potencial de periculosidade ambiental, enquadra-se nas classes 1 e 4, ou seja, muito perigoso e com princípio ativo possuindo persistência média no ambiente. Esse composto tem Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio e Flúor.

Quanto ao uso desses agrotóxicos, a literatura consultada demonstra que embora não haja evidências visíveis na região, há risco da ocorrência de resíduos de pesticidas utilizados na bacia afetarem o ecossistema aquático, mesmo que seja em concentrações subletais. Não foi possível obter dado sobre o consumo de agrotóxicos (kg/ha de lavoura) na bacia, mas em São Gabriel do Oeste, principal produtor de grãos da região, o consumo médio em 1996 foi de 1,30 kg/ha de lavoura colhida. Considerando que essa estimativa seja a realidade do município, tais aplicações ainda não são tão intensificadas na região, pois nas áreas agrícolas do Brasil e do Estado de Mato Grosso do Sul, esses valores foram, respectivamente, 2,76 e 3,90 kg/ha, em 2000.

Mesmo considerando que a distribuição das estações climatológicas na bacia é escassa, com séries temporais curtas e apresentando falhas, estudos recentes apontam um aumento de chuvas, a partir dos anos 70, com consequências no aumento da vazão dos cursos d'água e, possivelmente, sólidos em suspensão. Segundo Collishonn et al. (2001), há evidências de que uma perturbação ocorreu no regime hidrológico da Bacia do Pantanal. Uma explicação para o aumento de fluxos, desde 1970, foi encontrada no aumento de chuvas, avaliada em termos de frequência de chuvas anuais, maior que a chuva média a longo prazo.

Com relação à biodiversidade da região, apesar de não medida neste trabalho, ela encontra-se refletida nos temas vegetação e fauna. A área de vegetação natural recobre apenas 37,90% do território da bacia, sendo que o restante já foi eliminado para diferentes utilizações. A vegetação remanescente é predominantemente de Savana (Cerrado). Entretanto, a Floresta Estacional aparece quase sempre encravada no Cerrado. Dessa forma, as áreas de tensão ecológica representam 20,48% da alta bacia ou mais da metade (54,04%) do remanescente da vegetação natural existente na área de estudo. Essa região fitogeográfica subdivide-se no enclave de Savana/Floresta Estacional Semidecidual (SF) e na Vegetação mista dos cursos d'água (margens e nascentes), também mapeada com enclave.

O enclave de mata é uma formação arbórea de ampla distribuição na bacia, onde se observam espécies de mata semidecídua encravadas no cerrado. Localizam-se, preferencialmente, nas encostas das serras, nas linhas de drenagens e bordas dos platôs. No entanto, no sentido norte e noroeste da cidade de Alcinópolis, até alcançar a margem direita do Rio Taquari, várias manchas dessa fitofisionomia foram mapeadas. Nessas manchas predominam solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos e Areias Quartzosas álicas, sob relevo não escarpado. Essas áreas são importantes por garantirem a heterogeneidade do ambiente, porém, para seu correto mapeamento e sua caracterização, mais estudos locais devem ser realizados.

Na Vegetação mista dos cursos d'água, podem ser encontradas manchas de Savana identificadas como Cerradão, Cerrado aberto, Cerrado denso, Vereda de buriti, Campos com minadouros e manchas de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Mata Ciliar). Diante dessa complexidade, devido à escala adotada no mapeamento e mesmo não atendendo em toda sua extensão os requisitos de um enclave, essa classe foi mapeada como tal. Nas veredas dessa formação, destaca-se a palmeira *Mauritia flexuosa* (buriti), que se apresenta como uma planta característica de córrego conservado, porém muitas veredas na bacia estão sendo assoreadas (Figura 82A). Nos campos úmidos ou minadouros, reside uma grande variedade de gramíneas e herbáceas (Figura 82B). O Governo e a sociedade devem se movimentar para destinar partes dessas áreas para proteção o mais rápido possível, antes que esses remanescentes sejam eliminados sem que o seu conhecimento seja adquirido.

De acordo com o que foi exposto, associada à essa grande variabilidade de vegetação dos enclaves, encontra-se a rica biodiversidade da região, que deve ser tratada com atenção redobrada no planejamento ambiental da bacia. Salienta-se que não foi observada nenhuma espécie endêmica e tampouco espécie ameaçada de extinção.

Como já ressaltado, as áreas úmidas como minadouros ou nascentes vêm sendo invadidas pela agropecuária, e grandes extensões de vegetação arbórea vêm sendo substituídas pelo cultivo agrícola (soja e milho) e pela implantação de pastagens para a pecuária. De fato, 62% da vegetação natural encontram-se eliminadas, tornando-se a responsável pela principal ameaça às espécies representantes da fauna da região, que é a perda do habitat.

Analisando a Tabela 46, identifica-se na Bacia do Alto Taquari, a existência de 25 espécies entre as ameaçadas de extinção, sendo 12 espécies de aves e 13 de mamíferos. Com relação às aves, uma espécie é considerada extinta, a *Anodorhynchus glaucus* (arara-azul-pequena), uma espécie está, criticamente, em perigo, a *Columbina cyanopsis* (rolinha-brasileira), duas em perigo, e oito vulneráveis.

Com relação aos mamíferos, uma espécie está criticamente em perigo, a *Carterodon sulcidens* (rato-de-espinho) e 12 espécies, vulneráveis. Os principais tipos de pressão que afetam a fauna ameaçada de extinção são: perda de habitat (principal contribuição para desaparecimento da fauna, podendo ocorrer por diminuição ou fragmentação dos seus ambientes), comércio ilegal, caça, queimadas e ocupação humana.

Diante da gradativa alteração da biodiversidade, medidas para conservação e preservação devem ser adotadas. Nesse sentido, o Governo (Federal e Estadual) tem incentivado a criação de áreas protegidas como a Reserva de Proteção ao Patrimônio Natural (RPPN) e, entre 1999

Foto: Myrrian Abdon



A - Vereda de buritis assoreada. Areias Quartzosas álicas (AQa19) em relevo erosivo tabular (Dt12). Sub-bacia do Rio Jauru, município de Costa Rica. 18°26'59"S 53°25'58"W. 27.01.2003

Foto: Myrrian Abdon



B - Minadouros no córrego Piraputanga. Areias Quartzosas álicas (AQa13) em relevo erosivo tabular (Dt22). Sub-bacia do Rio Jauru, município de Camapuã. 18°41'43"S 54°08'27"W. 17.09.2002.

Figura 82. Vereda de Buriti (A) e Minadouro (B) encontrado na Bacia do Alto Taquari.

Tabela 46. Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção na Bacia do Alto Taquari, em 2003.

Nome científico	Nome popular	Classe de ameaça	Tipo de ambiente	Tipo de pressão
Aves				
<i>Columbina cyanopis</i> (Pelzel, 1870), endêmica	Rolinha-do-planalto ou brasileira	Criticamente em perigo	Habita campo cerrado e campos abertos e frequente o solo como outras rolas, e também as matas secas com palmeiras <i>Orbignya mertensiana</i> encontradas ao longo de rios.	Diminuição do habitat.
<i>Haryphalietus coronatus</i> (Vieillot, 1817)	Águia-cinzenta	Vulnerável	Habita regiões campestres, podendo ser visto pousada em postes, estacas ou no solo.	Fragmentação do habitat.
<i>Sporophila cinnamomea</i> (Lafresnaye, 1839)	Caboclinho-de-chapéu-cinzentos	Em perigo	Habita capinzais altos, áreas alagadas ou próximo de brejos. Tem uma vasta distribuição nas regiões Centro, Sudeste e Sul do Brasil.	Diminuição do habitat, captura, gramíneas invasoras e queimadas.
<i>Sporophila nigrarufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Caboclinho-do-sertão ou do papo-roxo	Vulnerável	Habita campos, campos cultivados, brejos ou capinzais. Tem uma vasta distribuição nas regiões Centro, Sudeste e Sul do Brasil. Habita savana sazonalmente inundada com palmeiras, manchas de mata decídua úmida e mata de galeria.	Diminuição do habitat.
<i>Sporophila palustris</i> (Barrows, 1883)	Caboclinho-de-papo-branco	Em perigo	Habita capinzais altos, ricos em espécies sementíferas e banhados. Fora do período reprodutivo pode habitar campos secos (pode ser cultivado) ou úmidos. Habita, também, savana sazonalmente inundada com palmeiras, manchas de mata decídua úmida, mata de galeria e campo. Tem uma vasta distribuição nas regiões Centro, Sudeste e Sul do Brasil.	Fragmentação e captura para cativeiro como ave de gaiola.
<i>Geobates poecilopterus</i> (Wied, 1830)	Andarilho, bate-bunda	Vulnerável	Habita campinas ralas, áreas com gramíneas esparsas entre arbustos e árvores do cerrado.	Diminuição do habitat.
<i>Alectrurus tricolor</i> (Vieillot, 1816)	Galito	Vulnerável	Habita pântanos, campos úmidos, cerrados e brejos de várzea.	Diminuição do habitat, em função principalmente de práticas agrícolas e extrativismo, entre estas, a cultura do arroz.
<i>Culicivora caudacuta</i> (Vieillot, 1818)	Maria-do-campo	Vulnerável	Campestre, habita os capinzais altos, úmidos ou secos, a meia altura nos colmos. Alimentam-se de insetos.	Diminuição da população após fogo.
<i>Polystictus pectoralis</i> (Vieillot, 1817)	Tricolino-canela	Vulnerável	Cerrado.	Diminuição do habitat.

Continua...

Tabela 46. Continuação...

Nome científico	Nome popular	Classe de ameaça	Tipo de ambiente	Tipo de pressão
<i>Anodorhynchus glaucus</i> (Vieillot, 1816)	Arara-azul-pequena	Extinta	Alimentava-se de sementes de frutas e cocos de várias espécies de palmeira.	Comércio ilegal de aves raras
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Latham, 1790)	Arara-azul-grande	Vulnerável	As araras azuis possuem a distribuição geográfica mais ampla, ocupando no passado todo o Centro-Oeste e parte do nordeste brasileiro, além de penetrar em faixas do sul da Amazônia, chegando ao extremo noroeste do Estado de São Paulo. Habita áreas de savana sazonalmente inundada com palmeiras, manchas de mata decídua úmida, mata de galeria, mata seca tropical, cerrado e buritizais.	Perda do habitat e o comércio ilegal de aves vivas tanto no País quanto no exterior.
<i>Nothura minor</i> (Spix, 1825), endêmica	Codorna, Codorna-buraqueira	Vulnerável	Habita o cerrado, especialmente nas áreas não perturbadas de campo limpo e campo sujo, sendo numerosas em áreas onde há grandes cupinzeiros. Aparentemente preferem áreas com uma cobertura contínua de capim alto.	Diminuição do habitat. Áreas submetidas a pelo menos duas queimadas anuais.
Mamíferos				
<i>Blastocercus dichotomus</i> (Illiger, 1815)	Cervo-do-pantanal	Vulnerável	O cervo-do-pantanal é característico de áreas inundáveis e de varjões de cerrado. Vive perto da água, deslocando-se bem sobre terrenos pantanosos devido à estrutura de seus cascos.	Caça ilegal, diminuição de seu habitat e as doenças introduzidas por animais domésticos como a febre aftosa e brucelose.
<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	Lobo-guará	Vulnerável	Espécie adaptada ao Cerrado e campos. Hoje, sua população está restrita às áreas protegidas ou afastadas do Cerrado brasileiro e às áreas inóspitas do Chaco, na Bolívia e no Paraguai.	Redução de seu habitat, caça generalizada, queimadas e captura para os zoológicos.
<i>Speothos venaticus</i> (Lund, 1842)	Cachorro-do-mato-vinagre.	Vulnerável	Distribuição original da espécie em quase toda a América do Sul. Na região são encontrados no cerrado e em campos úmidos do cerrado.	Queimadas, diminuição do habitat e ocupação humana de seus habitats.
<i>Leopardus pardalis mitis</i> (Cuvier, 1820)	Jaguatirica	Vulnerável	Habita cerrado, caatinga, mas principalmente florestas tropicais e subtropicais (inclusive matas de galeria). São comuns nas florestas das Américas Central e do Sul.	Caça ilegal e diminuição de seu habitat.
<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)	Gato-do-mato-pequeno	Vulnerável	Ocorre em áreas de florestas, cerrado, caatinga, e até mesmo nas proximidades de áreas agrícolas adjacentes a matas. São comuns nas florestas das Américas Central e do Sul.	Caça ilegal, a destruição de seu habitat.

Continua...

Tabela 46. Continuação...

Nome científico	Nome popular	Classe de ameaça	Tipo de ambiente	Tipo de pressão
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	Gato-maracajá	Vulnerável	Estão espalhados pelas florestas tropicais da América do Sul e América Central, atingindo o sul dos EUA.	Caça ilegal e diminuição de seu habitat.
<i>Oncifelis colocolo</i> (Molina, 1810)	Gato-palheiro	Vulnerável	Ocorre por quase toda a Argentina, Chile, Peru e Equador. No Brasil atinge o Estado de Mato Grosso do Sul, onde é encontrado em todo "chapadão". Vivem mais comumente em lugares abertos, pastos com capim alto e poucas árvores.	Diminuição do habitat.
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	Onça-pintada	Vulnerável	Ocorre no sul dos EUA, México, América Central e América do Sul. Habita florestas e savanas e também florestas úmidas às margens de rios e ambientes campestres desde a Amazônia e Pantanal até os Pampas Gaúchos.	Caça e diminuição do habitat.
<i>Puma concolor capricornensis</i> (Nelson & Goldman, 1929)	Onça-parda, suçuarana	Vulnerável	A suçuarana ocorre nas Américas, desde o Canadá até quase o extremo da América do Sul.	Diminuição do habitat.
<i>Pteronura brasiliensis</i> (Gmelin, 1788)	Ariranha	Vulnerável	Distribuição original cobre as Bacias: Amazônica, São Francisco, Alta Bacia do Paraguai e do Paraná. No Pantanal, passam a viver ao longo de rios, corixos e lagoas, preferindo os corpos d'água de margens expostas.	Caça intensiva em décadas passadas e diminuição de habitats.
<i>Carterodon sulcidens</i> (Lund, 1841)	Rato-de-espinho	Criticamente em perigo	Cerrado	Diminuição do habitat.
<i>Priodontes maximus</i> (Kerr, 1792)	Tatu-canastra	Vulnerável	Distribuem-se do leste da América do Sul, desde a Venezuela e Guianas até a Argentina, e ainda é muito comum nos campos e cerrados de todo o Planalto Central do Brasil. São mais encontrados na vizinhança de riachos e lagoas. Vive na Floresta Amazônica e trechos de Mato Grosso, longe de zonas povoadas.	Caça, perseguição, diminuição de habitat e, populações pequenas e em declínio.
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-bandeira	Vulnerável	Ocorrem nos campos, cerrados e florestas das Américas do Sul e Central.	Diminuição do habitat, queimadas, caça e perseguição.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2003), Ibama (2003), e sites da Embrapa Pantanal <<http://www.cpap.embrapa.br/fauna/ariranha.html>> (2003), Saúde Animal <<http://www.saudeanimal.com.br/zoo.htm>> (2003) e Usp <<http://www.ib.usp.br>> (2003).

e 2000, criou duas Unidades de Conservação na Bacia do Alto Taquari, ocupando 1,14% da área da bacia. Entretanto, esse é um número muito insignificante para uma região tão problemática quanto essa, não sendo suficiente e nem eficiente.

Dimensão econômica

O transporte na bacia, tanto para passageiros quanto para cargas, é bastante precário. Não há transporte fluvial e nem linhas aéreas. As estradas estaduais em pavimentação, implantadas ou em leitos naturais são de péssima qualidade, principalmente na época chuvosa (outubro-março), dificultando o tráfego para carros não tracionados e às vezes impossibilitando a circulação de veículos pequenos. Em função das características erodíveis dos solos, é comum observar extensas voçorocas nas margens das estradas, bem como sulcos sobre elas e trechos sujeitos a atoleiros. A Ferrovia Ferronorte percorre um pequeno trecho ao lado da borda oeste da bacia, cruzando os municípios de Costa Rica, Alto Taquari e Alto Araguaia, ligando essas duas sedes municipais. Além disso, essa ferrovia corta as nascentes do Rio Taquari, podendo gerar impactos irreversíveis. O escoamento da produção desses três municípios, que sempre foi efetuado por caminhões, contará agora com modernos terminais intermodais (rodovia-ferrovia) e passará a ser realizado, em grande parte, por via ferroviária. Apesar de a maioria do gado ser transportado por caminhões-gaiolas, ainda é comum verificar o transporte de bovinos “a pé”, formando extensas boiadas nas estradas. A malha rodoviária é formada por trechos de três estradas federais (BR-060, BR-163 e BR-359), 12 estradas estaduais e inúmeras estradas vicinais. A bacia possui cerca de 240 km de estradas pavimentadas no seu interior, implicando numa densidade de 0,008 km/km² e, considerando as estradas implantadas e em leitos naturais, essa densidade sobe para 0,037 km/km².

Em relação ao atendimento público, em 2000, a cobertura média de energia elétrica na bacia atingiu 91,4% dos domicílios consumidores. Em 1996, a energia usada em aproximadamente ¾ dos domicílios era comprada, o restante era obtido por geração no próprio local. Quanto ao meio de comunicação telefônica, a cobertura de linhas telefônicas instaladas na bacia é 24,3%, com a variação municipal de 15,5% em Alcinópolis a 36,6% em Alto Taquari. Isso provavelmente é resultado de uma baixa infraestrutura de rede telefônica aliada ao alto custo da instalação e manutenção de uma linha telefônica para a população rural.

A água canalizada está presente em 96,7% dos domicílios da bacia (urbano + rural), e é classificada como de boa cobertura. Foi observado que 78% dos domicílios eram abastecidos pela rede geral, 21% por água de poços ou nascentes e, o restante por outras formas de abastecimento. De acordo com Mato Grosso do Sul (2003), a densidade (metros/ligação) da rede de abastecimento de água na bacia, em 2001, foi estimada em 13,26 m/lig, considerando apenas os municípios do Estado de Mato Grosso do Sul na bacia. Entre esses municípios, a densidade variou de 11,3 em Camapuã a 20,5 m/lig em São Gabriel do Oeste. A captação de água em todos os municípios da bacia é feita em poços artesianos, mas em Alto Araguaia há captação também de córrego. Quando a captação é de poço, o tipo de tratamento da água é somente a

desinfecção, que consiste na adição de hipoclorito de sódio. Quando a captação é de córrego, aplica-se o tratamento completo realizado numa estação de tratamento de água (ETA).

Na impossibilidade de obter dados atuais sobre outros indicadores do abastecimento de água, foram utilizadas informações de Longo et al. (1997), considerando apenas os municípios do Estado de Mato Grosso do Sul com área na bacia. Para o ano de 1994, o volume médio de água produzido diariamente (litro/habitante/dia) variou de 133 em Alcínópolis a 190 em Pedro Gomes. O consumo médio de água por pessoa (litro/habitante/dia) variou de 109 em Alcínópolis a 154 em Coxim. O percentual de hidrômetros instalados na rede de água variou de 73% em Pedro Gomes a 92% em Alcínópolis. O índice de perda de água do sistema de abastecimento, ou seja, a quantia de água que é perdida pela rede de abastecimento de água variou de 39% em Rio Verde a 14% em São Gabriel do Oeste. Numa escala entre bom, razoável e crítico, o volume produzido foi enquadrado como razoável e, o consumo, o hidrômetro e a perda foram enquadrados como razoável ou bom, segundo a classificação de Longo et al. (1997) identificada a seguir.

	Cobertura	Volume produzido	Consumo	Hidrômetro	Perda
Bom	>80%	>170 l/hab/dia	>140 l/hab/dia	>75%	<30%
Razoável	50 a 80%	120 a 170 l/hab/dia	100 a 140 l/hab/dia	50 a 75%	30 a 40%
Crítico	<50%	<120 l/hab/dia	<100 l/hab/dia	<50%	>40%

Até 2000, banheiros ou sanitários e algum tipo de esgotamento existiam em quase 96% dos domicílios particulares permanentes, sendo que a fossa rudimentar era o principal tipo de esgotamento sanitário encontrado na bacia. Rede de esgotamento sanitário é quase inexistente. A cobertura atinge apenas 9% dos domicílios da bacia e estação de tratamento de esgoto ainda não faz parte da realidade. A coleta pública de lixo cobre todos os municípios, porém atinge somente 73% dos domicílios (urbano e rural). O destino final desse lixo coletado, em todos os municípios, é o lixão, consistindo na simples deposição sobre o solo, a céu aberto, sem qualquer cuidado especial. O lixo não coletado recebe um dos seguintes destinos: queimado na propriedade (70%), enterrado na propriedade (16%), jogado em terreno baldio ou logradouro (7%), jogado em rio ou lago (1%), outro destino (6%). Desta forma, toda a destinação do lixo da bacia é inadequada, segundo a classificação de IBGE (2002b). Para efeito de comparação sobre a destinação do lixo, verifica-se que 59,5% de todo o lixo produzido no Brasil em 2000 tinha uma destinação inadequada, enquanto que no Estado de Mato Grosso do Sul, nessa mesma data, 87,5% do lixo produzido também recebia destinação inadequada. Ressalta-se, ainda, que na bacia não existe coleta seletiva de lixo.

De modo geral, a infraestrutura de saneamento básico de abastecimento de água e a existência de banheiro nos domicílios é razoável na bacia, porém a coleta de lixo é precária e a rede geral de esgoto é péssima, sendo inexistente em um município. O baixo investimento do governo nessa área e a pobreza da população são os responsáveis por esse quadro.

Da análise dos dados de 1996, verifica-se que a terra está nas mãos dos seus proprietários, com uma grande variação nos tamanhos dos estabelecimentos, apresentando desvio padrão

sempre superior à média. Há muitos estabelecimentos, mas a terra está concentrada nas mãos de poucos, pois o índice de Gini (G) demonstrou que 90% dessa terra encontram-se distribuída em apenas 25% dos estabelecimentos.

Há diferenças de concentração da posse da terra na região. Na parte da bacia no município de Alto Taquari é onde se observa-se a menor desigualdade, enquanto que a maior desigualdade é observada na parte da bacia pertencente ao município de Coxim. Nota-se que os sistemas produtivos nessas duas regiões são bens distintos, predominando a agricultura em Alto Taquari e a pecuária em Coxim. Isso induz a pensar num indicador de que nas lavouras há uma tendência de menor desigualdade na posse da terra, em relação à área de criação bovina. No entanto, o G de 0,529 obtido para Alcinópolis não corrobora esse raciocínio. Esse quadro de desigualdade na distribuição da terra, dominado por grandes latifundiários, é reflexo de uma apropriação que já remonta a séculos.

Dentre as atividades econômicas da bacia, destacam-se a pecuária e a agricultura, mas a principal atividade é a pecuária, desenvolvida extensivamente em 81% das fazendas. A atividade de indústria é fracamente desenvolvida, mas a de comércio e serviço é bastante forte. Às margens dos rios principais ocorrem atividades de lazer e podem ser encontradas áreas de segunda residência. Pequenos e médios núcleos urbanos concentram-se ao longo dos corredores, ou seja, das rodovias e rios principais.

A principal atividade da pecuária é a criação extensiva de bovino de corte, predominando a raça zebuína nelore adaptada à região, em função de características rústicas. Em 1996, esse rebanho era de 1,64 milhão de cabeças, com estimativa para quase 2 milhões em 2000. A expansão da pecuária tem sido sistemática, a partir da década de 70, e bastante incentivada pelo Governo. Como a base da alimentação do gado é a pastagem, a abertura de áreas para sua plantação aumentou drasticamente, acarretando inúmeros problemas ambientais. A taxa de lotação bovina na bacia não caracteriza superlotação, mas observa-se que estabelecimentos com taxas de lotação entre 0,55-0,76 cab/ha compõem 50,8% da área da bacia, justamente sobre as regiões com maiores problemas de erosão. Ainda que a taxa de lotação não seja alarmante, a contínua expansão da atividade pecuária nessas áreas frágeis deve ser considerada nas propostas de conservação ambiental.

A agricultura é concentrada em São Gabriel do Oeste, Alto Taquari e Costa Rica, mas nos últimos anos vêm surgindo áreas agrícolas bem estruturadas em Alcinópolis, Rio Verde e Coxim, com destaque para este último. As lavouras temporárias predominam na agricultura da bacia, destacando-se o milho; embora, numa escala muito baixa, apareçam arroz, feijão, sorgo e, a partir de 2000, foi contabilizada a produção de algodão. A cultura de soja é predominante na bacia, ocupando aproximadamente $\frac{3}{4}$ da região, com uma boa produtividade, em torno de 2,54 t/ha, enquanto a rentabilidade gira em torno de 2,4 t/ha.

As atividades de comércio e serviços que formam o setor terciário se restringem, praticamente, à comercialização dos produtos de dois setores: primário (pecuária e agricultura) e secundário (indústrias), produzidos ou não na bacia, bem como à venda de serviços públicos ou privados. Coxim destaca-se como o centro comercial mais importante da bacia, detendo 40% dos estabelecimentos comerciais, seguido de São Gabriel do Oeste com 24%. Alcinópolis tem

o pior centro comercial, com apenas 4% dos estabelecimentos da bacia e nenhum comércio por atacado. Rio Verde e Camapuã possuem cada um, 16% dos estabelecimentos comerciais.

Diferente do que ocorre com o comércio, nessa atividade São Gabriel do Oeste é quem detém o maior número de estabelecimentos, com 49% deles, seguido de Coxim com 24%. Novamente Alcinópolis tem, também, o pior centro de serviço da bacia, detendo apenas 2% dos estabelecimentos nessa modalidade de atividade. Rio Verde e Camapuã possuem 14 e 11% dos estabelecimentos de serviço, respectivamente.

As seis modalidades mais importantes da bacia e que respondem por 50% dos estabelecimentos de serviços são: saúde, construção civil, armazenagem, manutenção de máquinas e serviços, comunicação e diversão. Dentre esses, 50% destaca-se a modalidade de transporte com 39% dos estabelecimentos, seguida pela de armazenamento com 25%, ambas altamente relacionadas às atividades do setor secundário e concentradas nos municípios de São Gabriel do Oeste e Coxim.

O serviço de turismo é pouco desenvolvido na região, ao contrário de outras áreas do Estado de Mato Grosso do Sul, como o Pantanal ou Bonito, ainda que necessitem de melhorias na organização, na diversificação e na infraestrutura. De acordo com Garms et al. (1997), em parte dos municípios de Coxim e Rio Verde, principalmente nas áreas associadas ou próximas aos rios Verde, Taquari-Mirim, Coxim e Taquari, podem ser observadas atividades turísticas. A forma mais intensa de lazer nessas áreas é o turismo recreacional esportivo, cuja principal modalidade é a prática da pesca esportiva. Na cidade de Rio Verde, e ao seu redor, observa-se o turismo recreacional cultural, cuja principal modalidade é o ecoturismo contemplativo e, também, ambas as formas de turismo: recreacional esportivo e recreacional cultural. O turismo da pesca ocorre entre março e outubro, fora do período da piracema. O turismo cultural geralmente ocorre entre fins de junho a novembro.

Até 1995, a infraestrutura do turismo na bacia, composta pelas regiões de Coxim e Rio Verde, era composta por 34 alojamentos (50% urbano e 50% rural) com capacidade para 1.659 pessoas, empregando 84 pessoas. O mais importante pólo turístico é Coxim, detendo 76% dos alojamentos para 80% dos hóspedes. Hotel-pesqueiro, hotel-pousada, pesqueiro, acampamento e hotel para viajante são os tipos de alojamentos encontrados na bacia. Predomina o alojamento tipo hotel pesqueiro, respondendo por 38% dos alojamentos existentes e com capacidade para alojar 57% dos hóspedes que procuram o turismo da região. Considerando os alojamentos ligados diretamente ao turismo da pesca (pesqueiro e hotel pesqueiro), a capacidade de alojamento sobe para 71%.

O PIB seria um índice melhor para medir a riqueza na região, porém, os dados disponíveis no momento não permitiram efetuar tal cálculo. Diante disto, são aqui apresentadas, então, informações sobre a arrecadação do ICMS em 2000, considerando os sete municípios do Estado de Mato Grosso do Sul que possuem área na bacia e utilizando informações de Mato Grosso do Sul (2003). Tal informação visa fornecer indícios do poder econômico e produção da riqueza na região, que deveria ser transformado em renda e salário para as pessoas envolvidas no processo. Desta forma, as atividades de pecuária, agricultura, indústria, comércio e serviços – todos agregados – arrecadaram 14,5 milhões de reais no ano de 2000. Verifica-se,

então, que o setor primário representado pela pecuária e pela agricultura, obteve 57% de toda a arrecadação produzida na bacia. O setor secundário, representado pela indústria, obteve uma arrecadação de 9% do total e o setor terciário, representado pelo comércio e serviço, obteve uma arrecadação de 34%. Individualmente, os extremos das proporções de arrecadação encontram-se no setor terciário, com os serviços arrecadando apenas 1% do total, enquanto o comércio obteve uma arrecadação de 33%.

Dimensão social

Aproximadamente 126.000 pessoas compõem a população da bacia, com baixa taxa de densidade demográfica e de crescimento. Observa-se uma leve superioridade masculina na composição por sexo, de aproximadamente 3%, não indicando desequilíbrio. A bacia é mais rural que a média brasileira, sendo que 1/5 da sua população reside na área rural, com alguma região atingindo até mais que 1/3, como em Camapuã.

A população jovem, com idade entre 0-19 anos representa 41% da população da bacia, enquanto a população adulta, com idade entre 20-59 anos de idade, representa 52% da população. Já a população idosa (≥ 60 anos), representa apenas 7% da população da bacia. A taxa de fecundidade de 35% é bastante alta para que a bacia possa ser considerada desenvolvida. Entretanto, essa taxa é bastante controversa entre especialistas, pois quando ela é alta pode aumentar o índice de mortalidade e piorar as condições de vida, mas quando ela é baixa pode comprometer o crescimento da população. O índice de envelhecimento da população, obtido pela expressão $IE = (\text{população } \geq 60 \text{ anos} / \text{população } 0-19 \text{ anos}) * 100$, cujo valor é influenciado pela queda da natalidade e pelo prolongamento de vida da população, foi estimado em 18,2% para a bacia, com uma variação intermunicipal de 8,7% em Alto Taquari, 12,0% em São Gabriel do Oeste a 22,9% em Pedro Gomes. A idade média encontra-se próxima dos 28 anos.

Não se observa superlotação de moradores por domicílio, com a média ficando em 3,5 moradores/domicílio, considerando a área urbana e rural. No entanto, aproximadamente 1/3 dessas residências são alugadas, demonstrando um alto déficit de casa própria.

Com relação à existência ou não de favelas e assemelhados, cortiços, loteamentos clandestinos e loteamentos irregulares nos municípios da bacia apresentam-se, a seguir, informações de 2001, segundo IBGE (2003b). Somente em Rio Verde e Camapuã foram encontradas favelas e assemelhados num total de quatro favelas em Camapuã, compostas por 370 domicílios, sendo que Rio Verde não informou a quantidade. Coxim e Camapuã não souberam informar sobre a existência ou não de cortiços, mas nos outros municípios não foi detectada a presença deles. Loteamentos clandestinos foram verificados somente em Coxim e Costa Rica, num total de mil lotes em Costa Rica, sendo que Coxim não soube informar a quantidade. Em mais de 50% dos municípios da bacia, entre os quais, Alto Araguaia, Coxim, Costa Rica e Camapuã, foram detectadas a presença de lotes irregulares, com destaque para Costa Rica que absorve 99% deles, excluindo Coxim, que não soube informar a quantidade de lotes irregulares.

A demanda de energia na região é baixa, pois quase não há indústria. Cada domicílio consome em torno de 4 Mwh/ano. No caso do consumo per capita, estimou-se a taxa de 1,18 Mwh/ano, sendo que na área rural essa média atingiu 0,98 e na área urbana 1,23 Mwh/ano.

A esperança de vida ao nascer é alta, (71,32 anos) e superior à média brasileira. A taxa de mortalidade infantil, considerando apenas os municípios do Estado de Mato Grosso do Sul, foi estimada em 17,06 mortes/mil hab. O acesso à saúde, medido pela taxa de leitos (leito/mil hab), foi estimada em 3,70 ou, medido pela taxa de estabelecimentos médicos (hab/estab médico), foi estimado em 1.234. A taxa de mortalidade neonatal e da população geral foi estimada em 13,72 e 3,51 mortes/mil hab, respectivamente. No Brasil, havia, em 1999, 2.946 hab/estab. médico e em Mato Grosso do Sul 2.470. Isso demonstra uma alta carência de estabelecimentos médicos na bacia.

A taxa de alfabetização (usada no IDH) para a bacia, em 2000, foi estimada em 86,32% e a taxa bruta de frequência escolar em 80,88%. Para os municípios do Estado de Mato Grosso do Sul, a taxa de crianças não matriculadas variou de 5,6% a 23,3% entre eles, demonstrando um número considerável de crianças sem estudar em algumas regiões. A política do governo é colocar na escola todas as crianças em idade escolar (7-14 anos), mas isso não ocorre na bacia. Verifica-se que Alcinópolis, Pedro Gomes e Camapuã são os municípios que mais possuem crianças em idade escolar excluídas do sistema educacional. Costa Rica e São Gabriel do Oeste possuem os menores índices de crianças fora da escola.

Segundo os dados de Mato Grosso (2003) e Mato Grosso do Sul (2003), até o ano de 2000 existiam somente cinco estabelecimentos de ensino superior na bacia, dois eram da administração governamental e três da administração particular. As unidades do governo localizam-se nos municípios de Alto Araguaia e Coxim, e as unidades particulares localizam-se em Coxim, Costa Rica e Rio Verde. Para o ensino de pré-escola, fundamental e médio foram identificadas 120 escolas em 2000, sendo 14% delas na área rural e 86% nas áreas urbanas. Todas as escolas da área rural são mantidas e administradas pelo governo, enquanto que na área urbana o governo administra 72% delas; o restante é mantida e administrada pela rede privada. A taxa global de sala de aulas na bacia é de 6,6 salas por escola, não havendo quase diferença entre a área privada e a área do governo.

Na ausência dos dados de 2000 sobre a População em idade ativa (PIA), População economicamente ativa (PEA) e População não economicamente ativa (PNEA), são apresentadas informações dos anos de 1970, 1980 e 1991, baseado em Marques et al. (1997), objetivando mostrar a tendência para a época atual em relação ao trabalho na bacia. Essa análise considera a microrregião homogênea, Alto Taquari (MRHTaquari), definida pelo IBGE e composta pelos municípios de Alcinópolis, Camapuã, Costa Rica, Coxim, Pedro Gomes, Rio Verde, São Gabriel do Oeste e Sonora. Foi verificado, nesse período, crescimento bastante uniforme entre os diversos agrupamentos da população. A razão entre PIA e população total (P_{total}) apresentou o maior crescimento que, segundo Marques et al. (1997), indica, do ponto de vista demográfico, uma tendência de envelhecimento da população, pois em termos de trabalho, a ampliação da PIA em relação a P_{total} indica a ampliação da oferta de força de trabalho.

A relação entre PEA e P_{total} cresceu mais entre 1970-1980 que entre 1980-1991, demonstrando uma tendência de redução no seu crescimento, o que significa uma tendência decrescente na oferta de trabalho, contrastando com a tendência crescente da força de trabalho. Isso provavelmente, irá se refletir na piora da qualidade de vida da população. Essa relação é bastante elevada, indicando, aos autores, que há uma expressiva parcela da população que não se encontrava ocupada numa atividade econômica há pelo menos 12 meses. Notou-se, também, que os percentuais de PNEA foram sempre superiores aos da PEA.

O coeficiente de dependência, obtido pela expressão $CP = (PNEA + \text{crianças menores de 10 anos})/PEA$, exprime a dependência da população que não se encontrava ocupada em relação à população ocupada e, segundo Marques et al. (1997) é um indicador bastante utilizado em trabalhos que visam estabelecer os níveis de pobreza presentes em uma determinada população. Na MRHTaquari, eles foram quantificados em 2,19, 1,91 e 1,72 em 1970, 1980 e 1991, respectivamente. Quanto menor for o CP, menores serão os problemas sócioeconômicos vividos por uma população. No entanto, mesmo sendo observada a tendência decrescente desse coeficiente, eles continuam bastante altos.

A taxa de atividade, obtida pela expressão $TA = PEA/PIA$, exprime a relação entre as pessoas que efetivamente estão trabalhando e aquelas que deveriam estar trabalhando. Quanto maior for essa taxa, significa que maiores serão os níveis de capacidade produtiva e de serviços nos diferentes ramos ou setores econômicos. Por outro lado, se essa taxa for baixa, indicará que, mesmo com os processos de produção existentes, grandes contingentes populacionais estão excluídos do processo de geração de riquezas e, conseqüentemente, de sua distribuição (MARQUES et al., 1997). A taxa de atividade da MRHTaquari passou de 47,17% em 1970 para 49,06% em 1980 e diminuiu para 47,88% em 1991, demonstrando um decréscimo no dinamismo econômico da região.

Utilizando informações de IBGE (2001a), determinou-se em 35.082 o número de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes, cujo rendimento nominal médio mensal, em reais, de agosto de 2000, foi estimado em R\$ 662,57 com a mediana situada em R\$ 300,00. Somente três municípios (Alto Taquari, São Gabriel do Oeste e Costa Rica) encontram-se com rendimento médio das pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes acima da média da bacia. Coincidentemente, esses três municípios são os mais desenvolvidos na agricultura, indicando que essa atividade paga salário melhor. A renda familiar per capita de agosto de 2000 foi estimada em R\$ 285,66.

Uma maneira de verificar como o rendimento é distribuído entre a população, isto é, quanto da população depende dessa renda, é pelo do número de moradores em domicílios particulares permanentes por faixas salariais do responsável pelo domicílio. Neste sentido, utilizando dados de IBGE (2001a) e excluindo os domicílios cuja pessoa responsável recebia somente em benefícios, e aquelas que não declararam renda, verificou-se que 113.618 pessoas dependiam da renda do responsável pelo domicílio. A Figura 83 mostra a distribuição dessas pessoas em seis faixas salariais, considerando o salário mínimo de R\$ 151,00. Observa-se que 24% da população vivem com uma renda de um salário mínimo ou menos, ou ainda, 54% da população dependem de uma renda de dois salários mínimos ou menos.

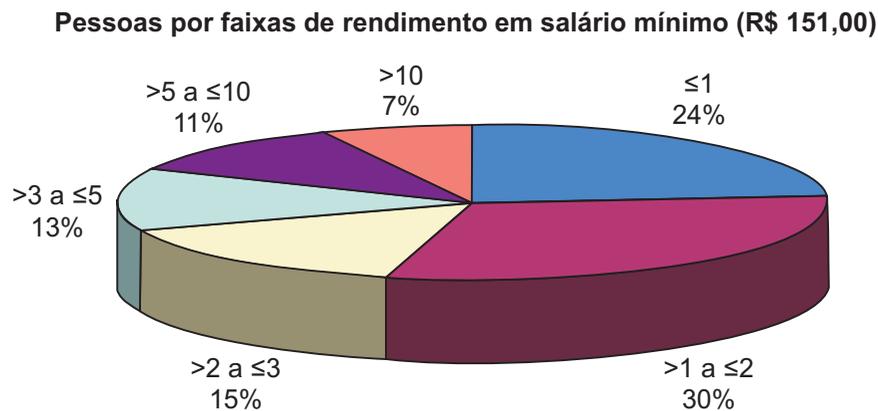


Figura 83. Percentual do número de moradores em domicílios particulares permanentes por faixas salariais do responsável pelo domicílio na Bacia do Alto Taquari, em 2000.

Fonte: Adaptado de IBGE (2001a).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), em 2000, foi estimado em 0,778 para a bacia (Tabela 35, capítulo 14), ela foi classificada como uma região de médio desenvolvimento humano. Esse índice, bastante influenciado pelo Índice da Dimensão Educação (IDH-E), apresentou um bom desempenho praticamente em todos os municípios, sendo estimado em 0,845 para a bacia. A renda precisa ser melhorada sensivelmente na bacia, pois o valor obtido de R\$ 285,66 per capita, em reais, de agosto de 2000, fez com que o índice da dimensão renda (IDH-R) fosse o pior da bacia, com apenas 0,717. Já o índice da dimensão longevidade (IDH-L) está razoável, com 0,772, mas também precisa ser melhorado. Nota-se que, apesar de um bom desempenho no índice de educação, há região na bacia com mais de 20% de crianças fora da escola. Isso, provavelmente, se deve ao fato de que o IDH é um índice abrangente, com faixa de classificação ampla.

Entre os municípios, é na longevidade que o desenvolvimento é mais homogêneo, apresentando uma diferença de 0,072 entre seus extremos. Os IDHs-E municipais com diferença entre os extremos de 0,090 estão bastante próximos à diferença entre os IDHs-M. Nota-se a maior diferença, e conseqüentemente maior heterogeneidade no desenvolvimento, nos IDHs-R, com a diferença de 0,144 entre os extremos.

Alto Taquari e São Gabriel do Oeste foram classificados como municípios com altos estágios de desenvolvimento humano, obtendo, respectivamente, IDHs-M de 0,804 e 0,808, sendo que os demais municípios classificam-se como médios estágios de desenvolvimento. A educação é a grande responsável por esse alto estágio de desenvolvimento nesses dois municípios, sendo que São Gabriel do Oeste obteve o melhor IDH-E (0,867) entre todos os municípios da bacia. Costa Rica, com IDH-M de 0,798, é um município que em breve deverá alcançar o alto desenvolvimento, principalmente se conseguir promover uma melhora no IDH-R e no IDH-L.

O menor IDH-M (0,723) foi verificado no município de Pedro Gomes, cuja estimativa foi bastante influenciada pelo baixo desempenho municipal no IDH-R (0,639) e no IDH-E, sendo, inclusive, os menores entre os municípios. Alcínópolis é o município onde as pessoas têm a

menor esperança de vida (69,46 anos) e, conseqüentemente, o menor índice de desenvolvimento na dimensão longevidade (0,741).

De maneira geral, parece haver uma tendência de melhor desenvolvimento nos municípios onde a agricultura compete mais intensamente com a pecuária, como ocorre em São Gabriel do Oeste, Alto Taquari e Costa Rica.

De acordo com IBGE (2003b), as transmissões de TV atingem todos os nove municípios, enquanto provedores de internet estão presentes em apenas 44,4% deles, mesmo assim, não eficientes, devido à baixa taxa de cobertura telefônica. Somente 55,5% dos municípios possuem estação de rádio AM e 66,7% possuem estação de rádio FM.

A principal atividade de lazer na região está ligada aos esportes, indicada pela presença de estádios ou ginásios poliesportivos em todos os municípios. Não há cinemas nem shopping centers, mas bibliotecas públicas e clubes ou associações recreativas existem em oito municípios, entre os nove analisados.

No aspecto de acesso à segurança pública, a bacia é muito deficiente. Somente em Coxim foi observado o Núcleo ou Delegacia de Mulheres e a Defesa Civil e, a inexistência da Guarda Municipal em toda a bacia (IBGE, 2003b). O acesso à justiça pela população é melhor, pois todos os municípios contam com o Conselho Tutelar e oito deles contam, também, com a Comissão de Defesa do Consumidor e o Tribunal ou Juizado de Pequenas Causas.

O Serviço de correio é comum em todos os municípios, mas agências bancárias estão presentes somente em oito deles, com ausência em Alcinoópolis.

Com relação aos aspectos da cultura regional, segundo Banducci Júnior e Brum (1997, p. 823-824), “foi o gado que permitiu ao homem, diante da abundância de terras devolutas e pastagens naturais, dispersar-se e fixar-se na região, definitivamente, no final do século XVIII”. Pessoas vindas de várias regiões do país se mesclaram com indígenas e paraguaios, desenvolvendo uma cultura baseada nos costumes e valores pastoris, permeados pelas crenças e práticas nativas e fronteiriças. No entanto, muito desses hábitos e tradições que permeavam as relações sociais e ambientais, estabelecidas no início da ocupação, estão sendo alterados gradativamente. Diferentemente do que ocorre no Pantanal, a intensificação da agricultura na bacia tem estimulado o fluxo migratório de pessoas do Sul e Sudeste do país e a pequena propriedade tem cedido lugar à empresa agrícola. Impossibilitado de produzir em grande escala o pequeno lavrador se desfaz de suas terras e leva consigo toda sua lógica de produção, como sua forma de se relacionar socialmente e com a natureza.

Ainda que o artesanato seja parte do conhecimento legado pela tradição e seu desenvolvimento, era uma exigência prática da vida cotidiana, hoje a produção artesanal é gerida pelo mercado do turismo. Na bacia existe uma casa do artesão em Coxim. Desenvolve-se artesanato de madeira em Pedro Gomes, São Gabriel do Oeste e Camapuã e, artesanato de cerâmica e argila em Rio Verde e Camapuã.

A população é eminentemente católica e segundo Banducci Júnior e Brum (1997, p. 830) prevalece o catolicismo rústico que se caracteriza por “seu aspecto popular, místico, pela

forte devoção aos santos e pela crença em seus poderes milagrosos, seja na cura de males do corpo, no incremento da produção e até na sorte das mulheres solteiras em para arrumar casamentos”.

Muitos dos rituais e festas populares estão ligados à religião, destacando-se a Festa do Divino Espírito Santo realizada em Coxim. Com menos destaques aparecem as festas juninas (Santo Antônio, São João e São Pedro) e a festa de São Sebastião. Há também festas populares ligadas a atividades não-católicas, tais como exposição agropecuária, peão de boiadeiro, festa ligada à pesca e à produção agrícola.

A crença em seres sobrenaturais ainda está bastante arraigada no folclore popular, principalmente no meio rural. Personagens como o Saci, o Caipora, o Mãozão, o Lobisomem, o Pé de Garrafa e outros seres protetores das matas e dos animais, estão presentes no imaginário da população. Segundo a crença, esses personagens intermediam as relações do homem com a natureza e devem ser respeitados. Essas forças controlam e protegem a natureza, ditando pesadas sanções sobrenaturais àqueles que cometem excessos contra ela.

Os hábitos alimentares são determinados pela principal atividade da região, a pecuária. A população da bacia tem um alto consumo de carne bovina, não só como alimento básico diário, mas também como prato principal nas festividades. O churrasco, um dos pontos tradicionais da região é feito, geralmente, de uma novilha esartejada, colocado em estacas de madeira (espeto) de um a dois metros de comprimento e assado verticalmente em um braseiro cavado na terra, sendo um dos pratos tradicionais da região. Vem sempre acompanhado de mandioca cozida sem sal. Destacam-se outras comidas típicas, tais como arroz carreteiro, chipa (tipo de biscoito grande com polvilho e queijo), guisado de mandioca, galinhada, empamonado e bobó de galinha. Nota-se que peixe não é comum na dieta alimentar da população da bacia. Os doces caseiros de leite, caju, abóbora, laranja, mamão e goiaba fazem parte dos hábitos alimentares da região. O chimarrão ou “mate”, que consiste na erva-mate crua imersa em água fervente, servido em cuia de origem vegetal (cabaça), é tomado quase que diariamente nas fazendas da região, pela manhã, antes da primeira refeição. No entanto, é no consumo do tereré que reside a maior contribuição indígena aos hábitos alimentares da população da bacia. Essa bebida consiste na imersão, em água fria ou gelada, da erva mate crua, servida num recipiente feito de chifre bovino chamado “guampa”. A “roda de tereré”, segundo Banducci Júnior e Brum (1997), é uma das formas mais comuns de integração da cultura local, pois quando as pessoas se reúnem para consumir a bebida, se sobressaem as trocas de informações sobre parentes e amigos, os comentários sobre os feitos junto ao gado, as proezas com as montarias, é o momento também, onde se definem as glórias pessoais, ao mesmo tempo em que se afirma a identidade coletiva.

Capítulo 17

Zoneamento ambiental: procedimentos para análise integrada e comparação entre zoneamentos

Criando unidades homogêneas e medindo sua variabilidade interna

Na análise integrada, as informações foram avaliadas em conjunto gerando diferentes produtos, tais como diagnóstico ambiental, mapa de vocação das terras, mapa de fragilidade ambiental e mapa de ordenamento territorial, cuja consolidação final foi o zoneamento ambiental da bacia. As informações integradas (vocação e fragilidade) provenientes da recuperação e adaptação de trabalhos anteriores foram geradas por técnicas já consolidadas como a sobreposição de informações por álgebra booleana. Já as informações integradas em destaques neste livro foram geradas pela aplicação da análise de agrupamento e da análise de correspondência múltipla. Para validação dos resultados obtidos, o zoneamento ambiental obtido com técnica de análise multivariada foi comparado com outro zoneamento ambiental elaborado pela sobreposição de mapas, porém com os mesmos indicadores. A seguir, encontra-se o detalhamento metodológico das várias etapas.

Após efetuar as etapas de inventário, a organização do banco de dados e a elaboração do diagnóstico ambiental, finalmente foi efetuada a análise integrada dos diferentes mapas derivados (dimensão ambiental, dimensão econômica, dimensão social, vocação da terra e fragilidade ambiental) para a construção do zoneamento ambiental, que é o objetivo central deste livro.

Foram definidos agrupamentos onde as variáveis (atributos físicos, biológicos e sócio-econômicos) apresentaram alto

grau de associação natural, dentro do agrupamento, e relativa diferenciação entre grupos, isto é, reconhecendo-se suficiente similaridade dentro dos elementos do grupo e, simultaneamente, distinções entre os grupos. Isso não ficou restrito apenas a análises temáticas dos componentes envolvidos no processo, mas foi desenvolvido buscando o entendimento da interdependência desses componentes, dentro de uma perspectiva holística. É essa estratégia que distingue esse zoneamento dos métodos convencionais.

De maneira geral, qualquer tipo de intervenção no meio ambiente, quer seja para promover o desenvolvimento, a restauração, a conservação e/ou a preservação, os proponentes sempre se deparam com o dilema de obtenção de informações sobre o espaço físico a ser analisado. As dificuldades para a resolução desse problema são de ordem econômica, técnica e de prazos. No entanto, dependendo do tipo de proposição ou de diretrizes a serem definidas, algumas informações são mais determinantes que outras para o agrupamento e a caracterização das Unidades de Zoneamento (UZs).

Foi utilizada a abordagem incluindo técnicas de análise multivariada, que, nesse caso, foi análise de agrupamento e análise de correspondência simples e múltipla. A primeira técnica consiste no agrupamento de variáveis ou atributos de interesse analítico, de forma tal que seja minimizada a similaridade intergrupala e maximizada a similaridade intragrupal, a partir das distâncias utilizadas, que, nesse caso, foi a distância quiquadrado da análise de correspondência.

Determinaram-se quais foram as informações mais importantes para a elaboração das UZs, hierarquizando-as em função de sua contribuição explicativa na formação e na caracterização de cada zona, mostrando, quando possível, o valor de importância atribuído para cada uma delas. Para se determinar a contribuição das variáveis ou atributos ambientais formadores das diferentes zonas, foi utilizada análise de correspondência múltipla. Essa técnica mostra as massas e inércias de cada variável formadora dos distintos agrupamentos e, por analogia, quanto menor for a inércia e maior for a massa da variável, maior é o seu peso na formação da zona homogênea.

A fundamentação teórica dessas técnicas encontra-se no Capítulo 4. Para que fosse possível efetuar tais análises, foi necessário efetuar uma série de procedimentos como mostrados a seguir.

Qualquer mapa temático pode ser construído na forma de vetor ou na forma matricial (*pixels*), conforme a Figura 84. Os mapas vetoriais são construídos na forma poligonal, por linhas (arcos), pontos e nós no espaço XYZ, onde X e Y seriam as coordenadas cartesianas e Z seria o atributo da imagem, que pode ser o código de uma classe temática. Análogo a isso seria a estrutura de um mapa no formato matricial, porém os polígonos seriam transformados em células (*pixels*) com uma determinada resolução espacial, dependendo da necessidade de representação exigida pela análise, constituindo-se, assim, numa matriz de dados. Por exemplo, tendo uma área com 25 km² e desejando escrevê-la no formato matricial com resolução de 100 m x 100 m (0,01 km²), essa matriz teria 2.500 *pixels*. Considerando que a área analisada seja um quadrado com 5 km de lado, a matriz conteria, então, 50 linhas por 50 colunas.

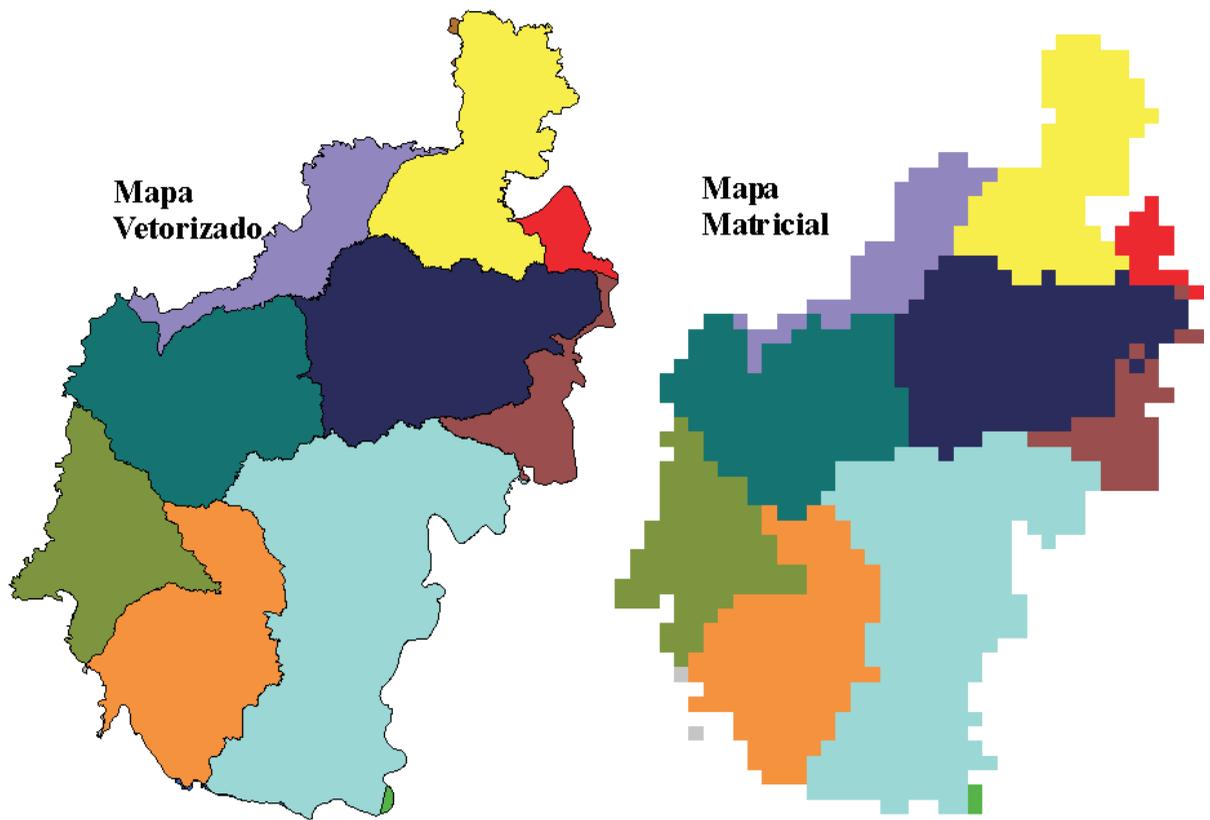


Figura 84. Exemplos de mapas no formato vetorial e no formato matricial.

De maneira geral, necessita-se dos dados numa estrutura de matriz binária para efetuar os agrupamentos. Considerando que a área da matriz hipotética acima (50x50) tenha os mapas de geologia com classes g1 a g3, solos com classes de s1 a s5 e vegetação com classes de v1 a v6, é possível escrever uma matriz com as coordenadas (x,y) de cada observação e com tantas colunas quanto o número de classes temáticas, que nesse caso seriam 14, sendo que a matriz seria preenchida de forma binária com dados de presença ou ausência (0,1), conforme mostra o exemplo genérico da Tabela 47.

Nota-se que as linhas da matriz (Tabela 47) são as observações em cada *pixel*, ou seja, o que efetivamente foi mapeado no terreno. O agrupamento é efetuado com essa matriz de dados, e, como ele é hierárquico, basta selecionar um nível de corte que leve em conta uma informação

Tabela 47. Exemplo de uma matriz a ser utilizada na análise pelo SAS.

Coordenadas		Gologia			Solos					Vegetação					
Linha X	Coluna Y	g1	g2	g3	s1	s2	s3	s4	s5	v1	v2	v3	v4	v5	v6
1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
...
50	50	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

suficiente sem obter um excessivo número de classes. Porém, a quantidade de agrupamentos selecionados depende da heterogeneidade dos mapas iniciais. O ponto de recorte dos agrupamentos é indicado pelas distâncias que separam os diferentes grupos ou num dendograma de saída fornecido pelo software utilizado, por meio do coeficiente de correlação R^2 . Os seguintes passos foram executados:

- a) Armazenamento de todos os mapas temáticos no SPRING;
- b) Conversão de cada mapa para o formato matricial, utilizando o módulo vetor-matriz;
- c) Conversão de cada mapa rasterizado numa grade regular, utilizando o módulo exportar (formato = ASCII, separador = ; e entidade = grade regular);
- d) Conversão da grade regular, de cada mapa, em uma matriz binária (0, 1) no formato texto (.SPR), utilizando o programa GRD2SAS.EXE, desenvolvido especialmente para essa finalidade, ainda não implementado no SPRING. Esse programa permitiu juntar lado a lado numa única matriz, como no exemplo anterior, tantas grades regulares (PIs) quanto foram necessárias para a análise, de maneira que pode ser importada pelo software estatístico SAS;
- e) Importação da matriz binária para o SAS;
- f) Elaboração do programa para efetuar a análise de agrupamento e a análise de correspondência múltipla, utilizando, respectivamente, o módulo PROC CLUSTER do SAS e o módulo PROC CORRESP do SAS indicando o arquivo da matriz importada para análise e suas respectivas variáveis;
- g) Efetivação das análises, determinação do número de grupos a serem separados e preparação do arquivo (matriz) com as observações de cada grupo, utilizando o comando SORT do módulo PROC CLUSTER;
- h) Organização da matriz de saída acima utilizando uma planilha, de forma que contenha as coordenadas X,Y de cada observação e o código (classe) do grupo que ela pertence;
- i) Conversão da matriz acima em uma grade regular do SPRING, utilizando o programa SAS-2GRD.EXE, desenvolvido especialmente para essa finalidade, ainda não implementado no SPRING;
- j) Conversão da grade regular acima, em um mapa temático matricial, utilizando o módulo importar (formato = ASCII, separador = ; e entidade = grade regular). Esse mapa temático é o mapa de unidades de zoneamento. Caso seja de interesse, esse mapa poderá ser transformado em vetor.
- k) Avaliação das estatísticas da análise de correspondência múltipla para determinar quais as variáveis utilizadas possuem maior contribuição na formação das zonas e hierarquizá-las em função de seus pesos. Esse passo já pode ser executado após a determinação do número de grupos aceito no passo (g).

Para aplicação da análise multivariada, os mapas dos indicadores foram transformados no formato matricial, com *pixels* de 250 m x 250 m. Como cada *pixel* se transforma num vetor de informações, ou seja, numa linha com dados de binários, a matriz quadrada de distância a ser analisada ficou com 448 mil linhas.

Cada mapa de unidades de zoneamento (UZs) obtido foi analisado para verificar a coerência dos agrupamentos com as informações no terreno, utilizando, para tal análise, as informações das diferentes temáticas envolvidas no processo, bem como o conhecimento obtido nas verificações em campo. Quando o agrupamento definido não fazia sentido, refazia-se todo o procedimento de análise, iniciando-se do passo quatro (d), pois sempre havia a alternativa de se alterar o número de PIs e classes a serem utilizados na análise. Quando finalmente o mapa de UZs foi aceito, deu-se, então, por concluída essa etapa. Em seguida, as unidades foram caracterizadas em função das informações utilizadas. O uso desse procedimento permitiu, portanto, testar rapidamente vários pontos de recorte, de forma a se analisar a eficiência dessa decisão.

Muitas vezes, apenas um indicador, como por exemplo, o consumo de energia elétrica por domicílio (Tabela 48) já possibilita inferir sobre um determinado tema (energia elétrica). Outras vezes são necessários vários indicadores, como por exemplo, os seis utilizados para inferir sobre o acesso aos serviços pela população. Nesse sentido, verifica-se que os indicadores podem ser avaliados individualmente ou em conjunto.

O zoneamento prevê a tarefa de reunir diversos indicadores para identificar regiões onde suas inter-relações possuem maior similaridade e, se possível, que essa concordância possa ser expressa por algumas poucas variáveis. Para essa avaliação conjunta, foram aplicadas duas técnicas de estatística multivariada: análise de agrupamento e análise de correspondência. A Tabela 48 apresenta a lista de mapas dos indicadores utilizados, bem como os diferentes mapeamentos intermediários elaborados para chegar ao ordenamento territorial da bacia, que é, de fato, a síntese espacializada das dimensões ambiental, econômica e social. Ele é um retrato de como as interações dessas dimensões determinam o arranjo atual do espaço físico, considerando um determinado número de agrupamentos, determinado pela correspondência entre as linhas (*pixels*) das informações existentes no terreno. No entanto, para elaborar o zoneamento ambiental, objeto central dessa pesquisa, dois indicadores precisam ser acrescentados na análise: a vocação da terra e a fragilidade do ambiente.

Tabela 48. Integração de informações para mapeamento do ordenamento territorial da Bacia do Alto Taquari.

Mapas dos indicadores		Mapas intermediários		Mapa final
1. Geologia		38. Dimensão ambiental		51. Ordenamento territorial
2. Geomorfologia				
3. Solo				
4. Recursos hídricos				
5. Clima				
6. Vegetação				
7. Tipos de estradas e acessos (transporte)	39. Saneamento básico	41. Infraestrutura		
8. Cobertura de energia elétrica				
9. Linhas telefônicas instaladas (comunicação)				
10. Abastecimento de água				
11. Banheiros e sanitários	40. Exploração econômica	42. Aspectos econômicos		
12. Esgotamento sanitário				
13. Coleta de lixo doméstico				
14. Concentração da terra (Estrutura fundiária - Gini)				
15. Atividades econômicas	44. Dinâmica populacional	43. Dimensão econômica		
16. Taxa de lotação bovina (cab/ha)				
17. Tratores por estabelecimento				
18. Máquinas para plantio por estabelecimento				
19. Colheitadeiras por estabelecimento				
20. Práticas de conservação de solo				
21. Densidade demográfica	45. Habitação	50. Dimensão social		
22. Taxa de crescimento 91/2000				
23. Proporção sexo feminina				
24. Proporção população rural				
25. Taxa de fecundidade				
26. Idade média (anos)				
27. Acesso à saúde - leitos/mil hab (saúde)	46. Energia elétrica	48. Condição de vida parcial		
28. Morador por domicílio				
29. Domicílios próprios				
30. Consumo de Mwh/ano por domicílio				
31. Meio de comunicação	47. Acesso a serviços	49. Condição de vida		
32. Estabelecimentos de cultura e lazer				
33. Comércio para cultura e lazer				
34. Meios de acesso justiça				
35. N° de agências de correio				
36. N° de agências bancárias				
37. IDH (Taxa de alfabetização, taxa de frequência escolar, rendimento familiar per capita em Reais de agosto/2000, esperança de vida ao nascer em anos)				

Comparando zoneamentos

Utilizando os mesmos indicadores dessa pesquisa, elaborou-se outro zoneamento ambiental aplicando o método de sobreposição com álgebra booleana. Esse zoneamento foi inserido no banco de dados da pesquisa para servir de base de comparação com o zoneamento obtido com a metodologia de análise multivariada.

Uma das formas amplamente utilizada para comparação entre mapas é o Índice de Kappa (K) de concordância, cuja base teórica pode ser encontrada em Congalton et al. (1983) e Silva (1999). Um exemplo de aplicação prática desse índice pode ser encontrado em Pedreira (1998). Entretanto, esse método só pode ser aplicado quando os mapas a serem comparados possuem os mesmos números de classes.

Quando os mapas a serem comparados possuem números de classes diferentes, utiliza-se o coeficiente de correlação de Cramer's V. (EASTMAN, 1999, p. 114). Esse método permite avaliar a associação entre duas matrizes, analisando *pixel a pixel*, em suas respectivas posições espaciais, as coincidências entre elas. Entre as matrizes, é calculada uma medida de concordância total, variando de 0 a 1, baseada na diferença entre o mapa adotado como referência e o mapa atual, pela seguinte equação (MEIRA, 2002):

$$\text{Cramer's V} = [\chi^2/n]/(k-1)^{-1/2}$$

Onde: χ^2 é a distância quiquadrado;

n é o número total de *pixels* na matriz de tabulação cruzada;

k é o menor valor entre o número de linhas e o número de colunas da matriz de tabulação cruzada.

No caso de uma concordância perfeita entre os mapas, ou seja, 100% de acerto, o índice seria 1. No caso em que os resultados ocorram totalmente ao acaso, 0% de acerto, o índice seria 0. Fora esses opostos, a margem de concordância sempre ficará nesse intervalo de variação. Após essa comparação, o mapa de zoneamento obtido por essa pesquisa foi analisado em função de sua coerência, tanto com os fatores biofísicos quanto com os fatores sócio-econômicos da bacia, para verificar as vantagens e desvantagens da aplicação de ambas as estratégias

A Figura 85 apresenta o fluxograma metodológico da pesquisa.

Capítulo 18

Zoneamento ambiental: construindo a dimensão ambiental e a dimensão econômica

Dimensão ambiental

A Tabela 49 mostra as principais estatísticas obtidas pela aplicação da análise multivariada com as 103 variáveis (classes) dos seis mapas do meio físico-biótico: Geologia (g1-g11), Geomorfologia (m1-m29), Solo (s1-s45), Clima (c1-c5), Qualidade da Água (R,B,A) e Cobertura Vegetal (v1-v10), que auxiliam no entendimento e interpretação dos resultados. O coeficiente de correlação múltipla quadrada $R^2 = 0,905$, obtido na formação dos oito agrupamentos, indica que 90,5% de toda a variabilidade da dimensão ambiental da bacia encontram-se reduzidas nessas delimitações. A inércia indica a variabilidade interna de cada agrupamento, e quanto mais próxima a zero mais o torna homogêneo. Nesse caso, o agrupamento oito com 31 variáveis, representando 4,36% da área da bacia e apresentando uma inércia de 4,167 é o mais homogêneo, contrapondo-se ao agrupamento um com 71 variáveis que, apresentando inércia de 10,833, é o menos homogêneo.

O número de agrupamentos ótimo a ser definido para a região pode ser escolhido pela explicação da variabilidade da área fornecida pelo R^2 . O pesquisador fixa um valor desejado para esse coeficiente e, ao analisar o dendrograma geral emitido pela análise, identifica o número de zonas que atende a determinação da variabilidade desejada.

Observa-se na quinta coluna desse mesmo quadro, a raiz quadrada do desvio-padrão médio (RMSSTD), que também é uma medida de dispersão, utilizada no caso dos agrupamentos possuírem a mesma inércia. Por isso, entre os agrupamen-

Tabela 49. Estatísticas derivadas da aplicação da análise multivariada para obtenção de oito grupos na dimensão ambiental. Grupos ordenados em ordem crescente de homogeneidade (maior valor, maior homogeneidade).

R ²	Grupo	Área (%)	NV	RMS STD	DBCC	Grupo + próximo	Decomposição da inércia em duas dimensões			% da variável de maior contribuição		Equivalência às tabelas dos temas
							Dimensão	Inércia	%	% acumulado		
0,905	1	15,85	71	0,229	0,570	2	Dim1	0,565	5,22	5,22	M3 (16,2)	Dep
							Dim2	0,414	3,82	9,04	C2 (11,3)	B1rA'4A'
							Total	10,833	-	100,00	-	-
	2	28,62	71	0,215	0,570	1	Dim1	0,513	4,74	4,74	M23 (13,3)	D22
							Dim2	0,404	3,73	8,47	S34 (16,5)	AQa12
							Total	10,833	-	100,00	-	-
	3	10,01	67	0,334	0,813	7	Dim1	0,686	6,75	6,75	S12 (13,5)	LEd1
							Dim2	0,440	4,33	11,08	R (11,3)	Ruim
							Total	10,167	-	100,00	-	-
	4	10,77	61	0,279	0,955	8	Dim1	0,431	4,70	4,70	C3 (13,9)	C2wB'4A'
							Dim2	0,332	3,62	8,32	S9 (10,6)	LEa13
							Total	9,167	-	100,00	-	-
	5	12,18	61	0,201	0,704	1	Dim1	0,526	5,74	5,74	M19 (16,1)	Dt12
							Dim2	0,473	5,16	10,90	S26 (16,2)	HAQa3
							Total	9,167	-	100,00	-	-
	6	14,71	44	0,229	0,487	7	Dim1	0,573	9,04	9,04	G2 (17,2)	Tnd1
							Dim2	0,329	5,20	14,24	S33 (24,1)	AQa11
							Total	6,33	-	100,00	-	-
	7	3,49	37	0,201	0,487	6	Dim1	0,521	10,08	10,08	G11 (16,5)	Rpi_jb
							Dim2	0,391	7,57	17,65	S22 (15,6)	PVe1
							Total	5,167	-	100,00	-	-
	8	4,36	31	0,180	0,955	4	Dim1	0,409	9,83	9,83	S44 (18,9)	RD8
							Dim2	0,283	6,80	16,63	S18 (33,7)	PVa5
							Total	4,167	-	100,00	-	-

NV = Número de variáveis; RMSSTD = Raiz quadrada do desvio-padrão médio; DBCC = Distância entre centróides dos grupos.

tos sete e oito, o agrupamento sete, com $RMSSTD = 0,215$, foi considerado mais homogêneo. A sexta coluna mostra a distância média entre centróides dos grupos, ou seja, o quanto eles se afastam, tornando-se diferentes. A análise permite verificar, também, quais os agrupamentos mais similares ou mais próximos, mostrando, por exemplo, que os agrupamentos um e dois são os mais similares entre si.

A redução de dimensionalidade busca achar um subespaço que melhor se ajuste ao conjunto (nuvens) de pontos no espaço euclidiano e isso pode ser efetuado para a matriz de dados de cada agrupamento. Considere-se, por exemplo, o agrupamento seis com 44 dimensões (variáveis) e observa-se que, na redução para apenas duas dimensões, a inércia explicada é de 14,2%, sendo 9,0% na dim1 e 5,2% na dim2. A análise permite identificar, também, quanto cada variável contribui para a caracterização de cada eixo. Nesse caso, a variável geológica $G2=TndI$ (Cobertura Detrito Lateríticas Neogênicas) é que mais contribuiu para a direção do eixo um, explicando 17,2% da inércia nessa dimensão. Por outro lado, a variável solo $S33=AQa11$ (Areias Quartzosas) é a que mais contribuiu para a direção do eixo dois, explicando 24,1% da inércia nessa dimensão.

Além da inércia, que mede a dispersão entre o centróide do agrupamento e as demais linhas, agrupando aquelas mais similares, uma outra medida importante é a massa ou peso de cada variável na formação do grupo, que indica o quanto essa variável está contribuindo ou pesando para a formação de determinado agrupamento. Numa interpretação prática, agrupamentos com variáveis possuindo massas grandes são mais homogêneos. Caso ocorresse um agrupamento formado com apenas uma variável de cada uma das seis categorias (temas) da dimensão ambiental, cada variável possuiria massa 0,167, a inércia seria zero e o grupo seria totalmente homogêneo.

Na Tabela 50, verificam-se, entre outras informações, as variáveis que mais contribuem para a formação de cada agrupamento, até alcançarem o limite de $\geq 50\%$ da área. Tomando-se como exemplo o agrupamento seis, verifica-se que apenas seis variáveis das 44 existentes no agrupamento respondem por uma área de 66,19% da bacia com uma proporção da inércia total de apenas 5,33%. A variável C2 (clima úmido com índice hídrico de 20 a 40) possui a maior massa e a menor variabilidade entre as variáveis que compõem o agrupamento, predominando em 80,4% da bacia. A concordância das informações existentes nesse agrupamento permitiu uma alta similaridade entre as linhas, de tal maneira que áreas aparentemente distintas no terreno, como parte da região de Camapuã e parte da região de São Gabriel do Oeste, fossem mapeadas no mesmo grupo. De certa forma, como a análise de correspondência analisa cada variável com relação a todas as outras e com ela mesma, diferenças perceptíveis em campo, quando considerado apenas as variáveis de relevo e solo nessa região, não são suficientemente fortes para formação de um novo agrupamento considerando o nível de corte utilizado ($R^2 = 0,905$). Todavia, querendo-se uma interpretação integrada do ambiente, deve-se, então, considerar todas as partes que o compõem.

Internamente, cada agrupamento possui sua própria variabilidade e isso também fica ressaltado pela análise multivariada utilizada, pois cada zona delimitada pode ser subdividida em novos agrupamentos definidos por diferentes níveis de corte (R^2) em função dessas dissimilaridades.

Tabela 50. Variáveis com maior peso na formação dos oito agrupamentos, na dimensão ambiental, obtidas pela aplicação da análise multivariada. Grupos ordenados em ordem crescente de homogeneidade (maior valor, maior homogeneidade).

Grupo	Tema	Classes	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2
1	Clima	C4 - Subúmido com índice hídrico de 0 a 20	63,5	0,1059	0,0056	0,02202	0,04487
	Geologia	G11 - Formação Pirambóia + Formação Botucatu	56,9	0,0948	0,0066	0,08095	0,01272
	Geomorfologia	M20 - Relevo tabular (Dt23) - Dissecação média	25,6	0,0426	0,0115	0,00013	0,10827
		M3 - Forma erosiva (Dep) - Dissecação muito fraca	23,0	0,0383	0,0118	0,16201	0,01640
		M19 - Relevo tabular (Dt12) - Dissecação fraca	13,6	0,0226	0,0133	0,01778	0,02707
		S34 - Areia Quartzosa álica (AQa12)	19,8	0,0330	0,0123	0,03215	0,01791
	Solo	S33 - Areia Quartzosa álica (AQa11)	18,1	0,0301	0,0126	0,08477	0,00050
		S11 - Latossolo Vermelho-Escuro álico (Lea16)	13,6	0,0227	0,0133	0,00777	0,10238
	Rec. hídricos	A - IQA aceitável	93,2	0,1553	0,0010	0,00453	0,00055
	Vegetação	V8 - Sem vegetação natural	74,2	0,1237	0,0040	0,00003	0,00234
%		66,9	66,9	9,2	-	-	
2	Clima	C4 - Subúmido com índice hídrico de 0 a 20	52,0	0,0867	0,0074	0,03279	0,02075
	Geologia	G11 - Formação Pirambóia + Formação Botucatu	57,5	0,0959	0,0065	0,05043	0,00439
	Geomorfologia	M19 - Relevo tabular (Dt12) - Dissecação fraca	23,8	0,0396	0,0117	0,04261	0,05494
		M12 - Relevo convexo (Dc14) - Dissecação forte	18,0	0,0300	0,0126	0,00061	0,11183
		M23 - Relevo tabular (Dt22) - Dissecação fraca	16,2	0,0270	0,0129	0,13313	0,07468
		S35 - Areia Quartzosa álica (AQa13)	25,4	0,0424	0,0115	0,05281	0,06250
	Solo	S19 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico (PVa12)	95,1	0,1585	0,0281	0,04271	0,00010
		S34 - Areia Quartzosa álica (AQa12)	15,4	0,0256	0,0130	0,01242	0,16502
	Rec. hídricos	B - IQA bom	57,6	0,0960	0,0065	0,08991	0,00253
	Vegetação	V8 - Sem vegetação natural	62,7	0,1046	0,0057	0,00001	0,00102
%		70,63	70,63	11,59	-	-	
3	Clima	C2 - Úmido com índice hídrico de 20 a 40	46,7	0,0779	0,0087	0,06123	0,01503
	C1 - Úmido com índice hídrico de 40 a 60	44,0	0,0733	0,0092	0,08681	0,01619	

Continua...

Tabela 50. Continuação...

Grupo	Tema	Classes	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2
3	Geologia	G3 - Grupo Bauru	34,9	0,0582	0,0107	0,00005	0,10521
		G11 - Formação Pirambóia + Formação Botucatu	31,0	0,0516	0,0113	0,06931	0,03296
	Geomorfologia	M3 - Forma erosiva (Dep) - Dissecção muito fraca	24,4	0,0406	0,0124	0,11198	0,02844
		M18 - Relevo tabular (Dt11) - Dissecção muito fraca	14,8	0,0247	0,0140	0,00338	0,06437
		M19 - Relevo tabular (Dt12) - Dissecção fraca	12,8	0,0213	0,0143	0,00614	0,05104
		S12 - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (LEd1)	22,1	0,0369	0,0128	0,13478	0,02903
	Solo	S42 - Litólico álico (Ra5)	19,4	0,0324	0,0132	0,01285	0,01170
		S33 - Areia Quartzosa álica (AQa11)	12,2	0,0203	0,0144	0,00019	0,01088
	Rec. hídricos	A - IQA aceitável	54,8	0,0913	0,0074	0,03077	0,07819
	Vegetação	V8 - Sem vegetação natural	71,0	0,1184	0,0048	0,01292	0,00001
%		64,69	64,69	13,32	-	-	
4	Clima	C5 - subúmido/seco com índice hídrico de -33,3 a 0,0	67,7	0,1128	0,0059	0,01723	0,00960
	Geologia	G6 - Formação Aquidauana	32,7	0,0545	0,0122	0,02756	0,07788
		G7 - Formação Ponta Grossa	22,9	0,0382	0,0140	0,00928	0,01455
	Geomorfologia	M21 - Relevo tabular (Dt14) - Dissecção forte	38,5	0,0642	0,0112	0,01872	0,00913
		M19 - Relevo tabular (Dt12) - Dissecção fraca	19,4	0,0323	0,0147	0,16070	0,01212
	Solo	S23 - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe6)	20,0	0,0334	0,0145	0,00782	0,01554
		S39 - Areia Quartzosa álica (AQa20)	14,6	0,0244	0,0155	0,14580	0,00113
		S8 - Latossolo Vermelho(LEa10)	14,6	0,0243	0,0155	0,02620	0,03377
		S26 - Areia Quartzosa Hidromórfica - álica (HAQa3)	10,4	0,0174	0,0163	0,01682	0,16163
	Rec. hídricos	B - IQA bom	62,3	0,1038	0,0069	0,05890	0,00346
Vegetação	V8 - Sem vegetação natural	59,3	0,0988	0,0074	0,00003	0,01710	
%		60,41	60,41	13,41	-	-	

Continua...

Tabela 50. Continuação...

Grupo	Tema	Classes	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2
5	Clima	C1 - Úmido com índice hídrico de 40 a 60	65,8	0,1097	0,0062	0,07196	0,00062
		G4 - Formação Botucatu	80,3	0,1339	0,0036	0,01623	0,00410
	Geologia	M12 - Relevo convexo (Dc14) - Dissecação forte	19,5	0,0325	0,0146	0,00431	0,00255
		M15 - Relevo convexo (Dc24) - Dissecação forte	14,3	0,0239	0,0156	0,00105	0,02501
		M11 - Relevo convexo (Dc13) - Dissecação média	10,3	0,0172	0,0163	0,05358	0,02447
		M19 - Relevo tabular (Dt12) - Dissecação fraca	6,8	0,0114	0,0169	0,02902	0,01411
	Solo	S42 - Litólico álico (Ra5)	38,0	0,0633	0,0113	0,02682	0,01660
		S18 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico (PVa5)	24,7	0,0411	0,0137	0,00010	0,03687
	Rec. hídricos	B - IQA bom	85,8	0,1431	0,0026	0,01610	0,01629
		V7 - Encrave de Savana e Floresta	38,8	0,0647	0,0111	0,00323	0,00012
Vegetação	V8 - Sem vegetação natural	35,4	0,0590	0,0117	0,00311	0,00513	
	%	69,98	69,98	12,36	-	-	
6	Clima	C2 - Úmido com índice hídrico de 20 a 40	80,4	0,1341	0,0051	0,01566	0,01345
		G11 - Formação Pirambóia + Formação Botucatu	60,0	0,1000	0,0105	0,08499	0,00651
	Geologia	M8 - Relevo aguçado (Da25) - Dissecação muito forte	51,8	0,0863	0,0127	0,08304	0,02882
		S22 - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe1)	54,2	0,0904	0,0120	0,07675	0,02300
	Solo	R - IQA ruim	76,6	0,1277	0,0062	0,01719	0,01559
		V8 - Sem vegetação natural	74,0	0,1234	0,0068	0,01722	0,00154
	Vegetação	%	66,19	66,19	5,33	-	-
		Clima	C2 - Úmido com índice hídrico de 20 a 40	100,0	0,1667	0	0
	Geologia	G3 - Grupo Bauru	38,0	0,0633	0,0200	0,10062	0,02545
		G10 - Formação Serra Geral	29,2	0,0487	0,0228	0,00008	0,12384
M7 - Relevo aguçado (Da24) - Dissecação forte		25,5	0,0425	0,0240	0,09813	0,00036	
Geomorfologia	M3 - Forma erosiva (Dep) - Dissecação muito fraca	24,0	0,0400	0,0245	0,01015	0,02513	
	M18 - Relevo tabular (Dt11) - Dissecação muito fraca	19,4	0,0323	0,0260	0,04691	0,02056	

Continua...

Tabela 50. Continuação...

Grupo	Tema	Classes	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2
7	Solo	S42 - Litólico álico (Ra5)	26,6	0,0443	0,0237	0,07257	0,01006
		S22 - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe1)	17,6	0,0293	0,0266	0,02360	0,15602
	Rec. hídricos	S9 - Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa13)	13,9	0,0232	0,0278	0,23399	0,04532
		R - IQA ruim	93,9	0,1565	0,0020	0,00023	0,00046
		V8 - Sem vegetação natural	47,3	0,0789	0,0170	0,04083	0,02859
	Vegetação	V7 - Encrave de Savana e Floresta	36,7	0,0611	0,0204	0,12133	0,00326
		%	78,68	78,68	23,48	-	-
8	Clima	C1 - Úmido com índice hídrico de 40 a 60	80,5	0,1342	0,0078	0,01369	0,00940
		Geologia	G4 - Formação Botucatu	99,6	0,1661	0,0001	0
	Geomorfologia	M25 - Relevo tabular (Dt24) - Dissecação forte	62,2	0,1037	0,0151	0,13073	0,00015
		Solo	S32 - Areia Quartzosa álica (AQa7)	55,5	0,0925	0,0178	0,13162
	Rec. hídricos	B - IQA bom	100,0	0,1667	0	0	0
		Vegetação	V7 - Encrave de Savana e Floresta	44,3	0,0739	0,0223	0,08929
	V8 - Sem vegetação natural		38,3	0,0639	0,0247	0,08531	0,01195
	%	80,10	80,10	8,78	-	-	-

O software (SAS) utilizado permite separar as observações contidas em cada agrupamento formado, associando-as com suas respectivas linhas e colunas originais. Desta forma, realiza-se o caminho inverso, passando de um vetor (linha de informação) até uma grade regular, que pode ser importada pelo SPRING. A partir dessa etapa, os agrupamentos podem ser espacializados como na Figura 86, que representa o mapa da dimensão ambiental com oito agrupamentos homogêneos, mostrando o estado de conservação de cada um deles, em função do percentual de vegetação natural existente.

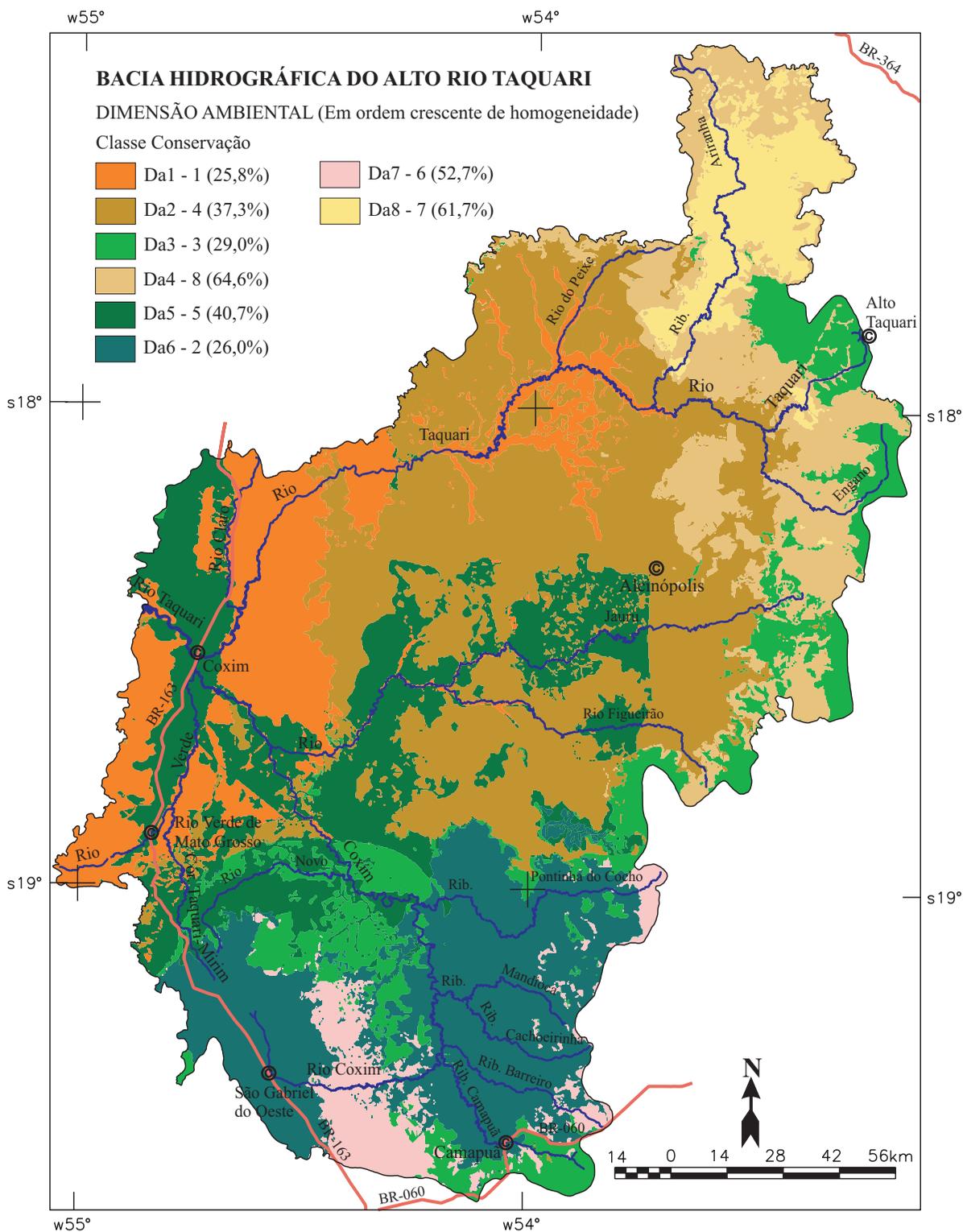


Figura 86. Mapa da dimensão ambiental com oito agrupamentos homogêneos e seu estado de conservação.

Dimensão econômica

As informações sobre saneamento básico foram sintetizadas em um único mapa aplicando-se a análise multivariada (Figura 87). Essa análise indicou que 21,7% da bacia possuem o menor índice de qualidade da infraestrutura de saneamento básico, cobrindo os municípios de Alcínópolis e Pedro Gomes; 36,8% da bacia possuem uma infraestrutura média de saneamento básico, cobrindo os municípios de Alto Araguaia e Camapuã e, 41,5% da bacia possuem o maior índice de qualidade da infraestrutura de saneamento básico, cobrindo os municípios de Alto Taquari, Costa Rica, Coxim, Rio Verde e São Gabriel do Oeste. Esses três agrupamentos foram determinados com o $R^2=0,95$.

As características da infraestrutura geral da bacia, considerando os indicadores: transporte, cobertura domiciliar de energia elétrica, de linhas telefônicas e saneamento básico, sintetizados pela aplicação da análise multivariada, podem ser vistos na Figura 88. Observa-se que o menor índice de qualidade da infraestrutura da região encontra-se no município de Alcínópolis, representando 15,6% da bacia; com uma infraestrutura média encontram-se os municípios de Alto Araguaia, Pedro Gomes e Camapuã, representando 42,9% da bacia e, os mais altos índices de qualidade da infraestrutura encontram-se nos municípios de Alto Taquari, Costa Rica, Coxim, Rio Verde e São Gabriel do Oeste, representando 41,5% da bacia. Para esses três agrupamentos obteve-se o $R^2=0,87$.

Os indicadores do uso da terra (atividades econômicas, taxa de lotação bovina, tratores, máquinas para plantio, colheitadeiras e práticas de conservação de solo) foram sintetizados na Figura 89, gerando o mapa de exploração econômica. A formação dos quatro agrupamentos foi obtida com $R^2=0,94$. Esse mapa deve ser interpretado com cuidado, devido o viés ambiental introduzido na sua confecção, ou seja, tentou-se considerar o desenvolvimento econômico pensando no que seria melhor para o meio físico-biótico. Desta forma, quanto menor concentração de bovinos, tratores, máquinas para plantio e colheitadeiras, melhor seria a exploração econômica. Assim sendo, sob a perspectiva ambiental, a exploração econômica das áreas municipais de Costa Rica (em vermelho) e São Gabriel do Oeste (em laranja) gera os maiores impactos sobre o meio natural, cobrindo 3,2% da bacia. Os médios (em amarelo) impactos gerados pela exploração econômica cobrem 51,6% da bacia, ocupando área em todos os municípios. O tipo de exploração com maior qualidade ambiental e menor impacto (verde) cobre 45,2% da bacia e também ocupa áreas em todos os municípios. Nota-se porções na bacia em que as explorações econômicas com qualidade ambiental 3 e 4 encontram-se entremeadas, formando um tipo de colcha de retalhos. Isso foi fortemente influenciado pela presença de fragmentos de vegetação natural alternando-se com a pastagem plantada para uso pecuário.

Sintetizando as informações do mapa da exploração econômica juntamente com o mapa da estrutura fundiária, elaborou-se o mapa de aspectos econômicos, que pode ser visto na Figura 90. A formação dos três agrupamentos foi obtida com $R^2=0,92$. Considerando o viés ambiental, observa-se que a região de Costa Rica (0,6% da bacia) detém o menor índice de qualidade no aspecto econômico da bacia, seguido da região de São Gabriel do Oeste (2,6% da bacia)

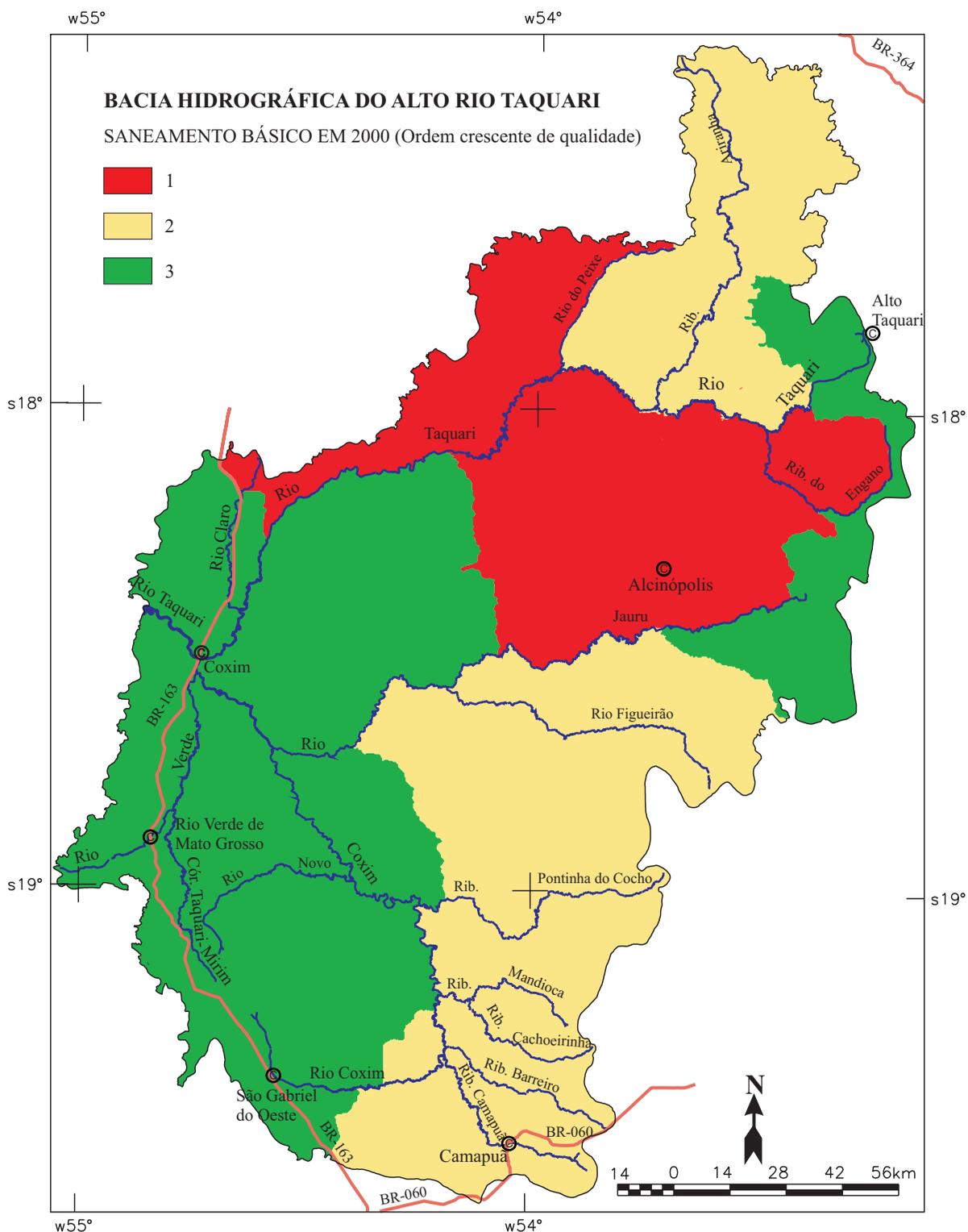


Figura 87. Classificação do saneamento básico na Bacia do Alto Taquari em 2000.

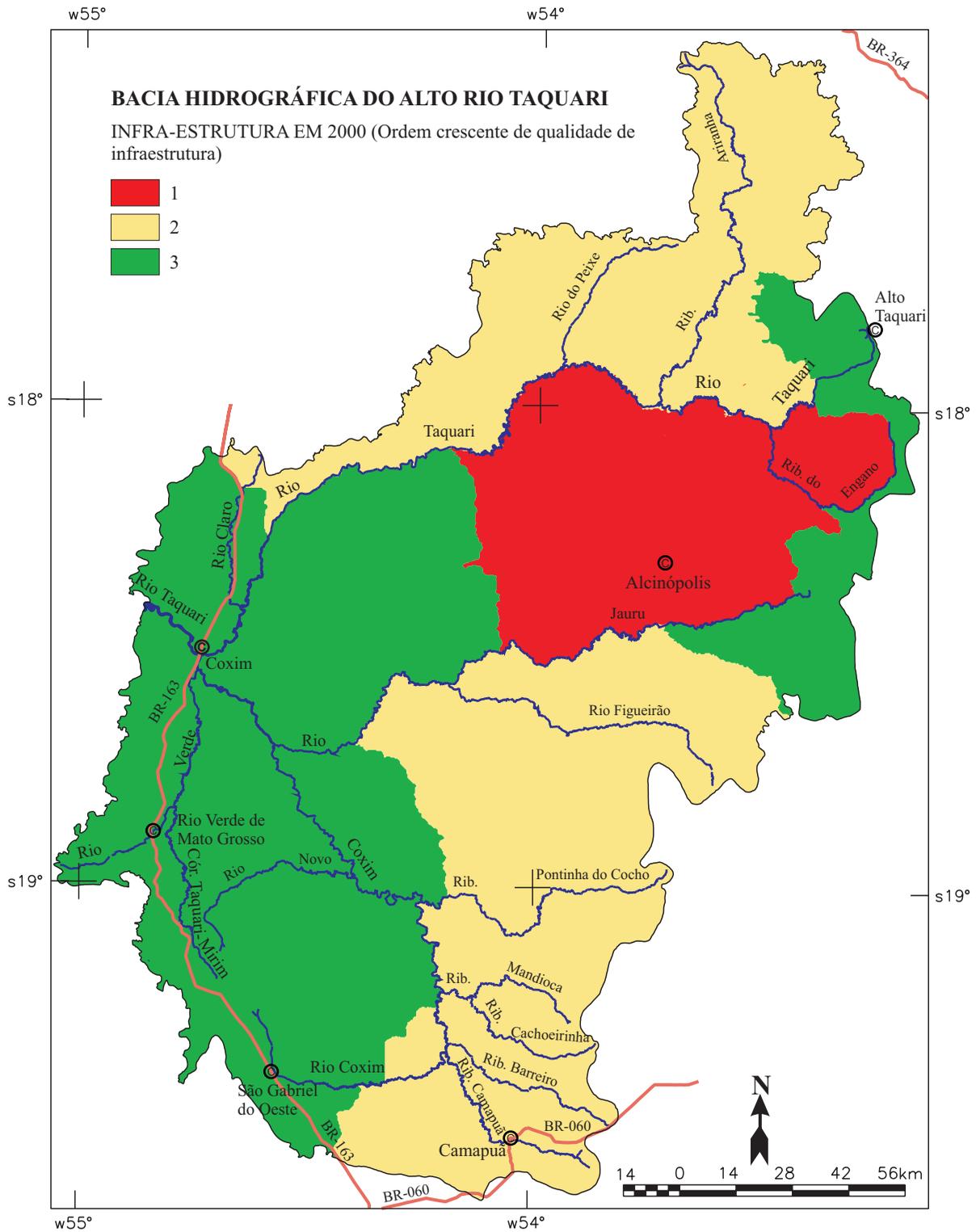


Figura 88. Classificação da infraestrutura na Bacia do Alto Taquari em 2000.

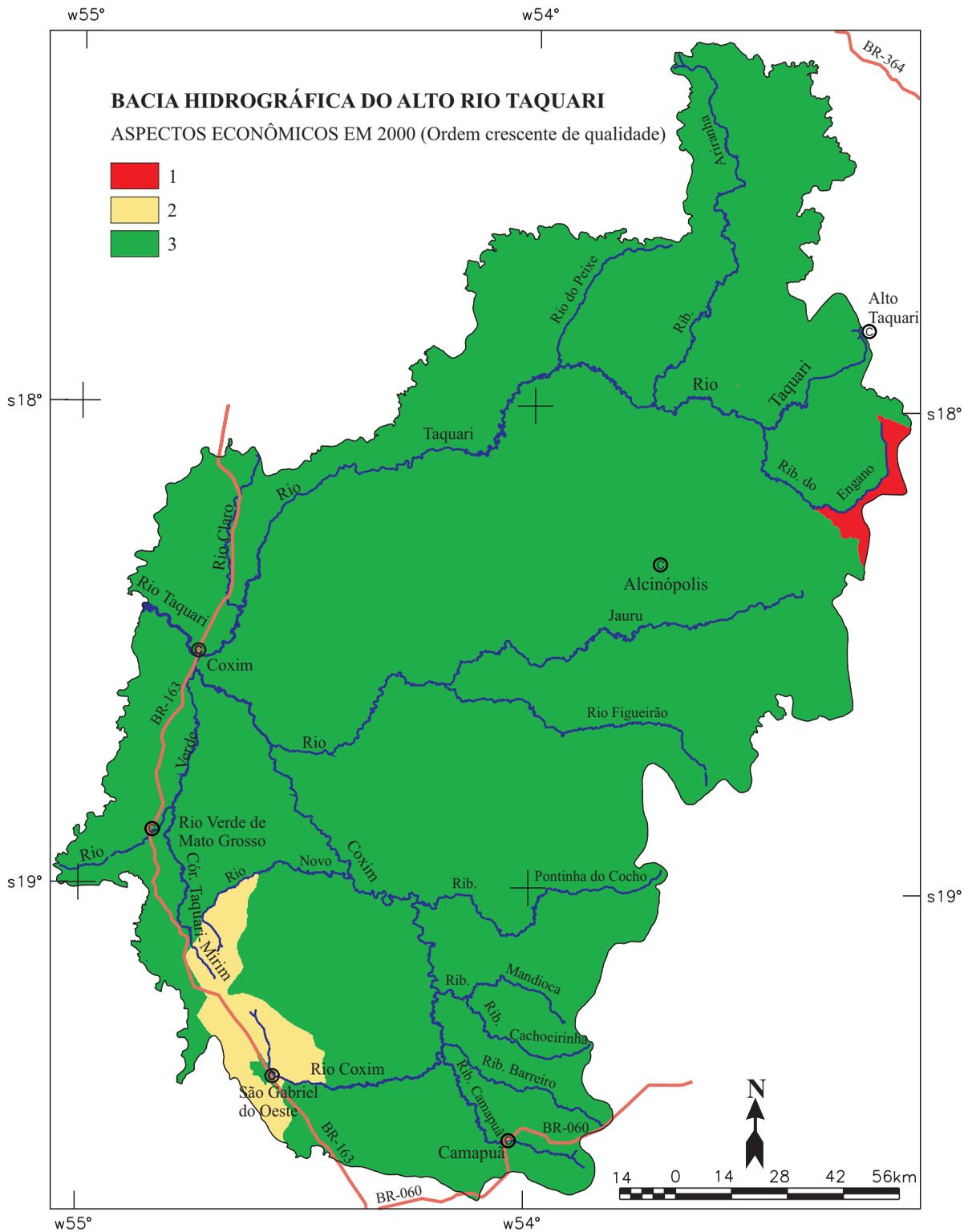


Figura 90. Classificação dos aspectos econômicos na Bacia do Alto Taquari em 2000.

com índice de qualidade médio no aspecto econômico. Nessas duas regiões, concentra-se grande parte do poder econômico da bacia e, conseqüentemente, maior concentração de maquinários agrícolas. Na maior parte da bacia, o índice de qualidade do aspecto econômico é alto, mesmo que nela esteja concentrada a atividade pecuária, considerada a mais prejudicial para o meio físico-biótico da bacia. Fica aqui uma questão que reforça a fragilidade física da área de estudo: como a distribuição da terra e a exploração econômica não foram fortes suficientemente para indicar grande prejuízo ambiental, a fragilidade reside muito mais na própria natureza.

Todos os indicadores utilizados para determinar a infraestrutura e os aspectos econômicos da região foram reduzidos a dois mapas e estes, por sua vez, deram origem ao mapa da dimensão econômica, que pode ser visto na Figura 91, obtido com um $R^2=0,95$ na formação de três agrupamentos. Destaca-se nesse mapa a delimitação exata do município de Alcinópolis (15,6% da bacia) com alta homogeneidade interna e dimensão econômica ruim. As regiões de Costa Rica e São Gabriel do Oeste, com 3,2% da bacia, obtiveram uma média homogeneidade interna e média dimensão econômica. Já o restante da bacia (81,2%) possui a melhor dimensão econômica, porém uma maior heterogeneidade interna.

Nota-se, na construção do mapa da dimensão econômica (Figura 91), que somente as variáveis de dois mapas contribuíram para sua formação, pois as variáveis dos indicadores usados anteriormente já se encontram embutidas nesses resultados. A identificação das variáveis anteriores não é tão simples como na efetuada na dimensão ambiental, onde todas foram analisadas conjuntamente. No entanto, na Tabela 51, apresentam-se as variáveis com maior peso nas etapas passadas, até a construção do mapa da dimensão econômica.

Tabela 51. Variáveis com maior peso na formação dos grupos, na dimensão econômica, obtidas pela aplicação da análise multivariada. Grupos ordenados em ordem crescente de qualidade.

Grupo	Indicador	Variável	Área (%)	Massa	
Saneamento	1	Abastecimento de água	1	100,00	0,2500
		Banheiros e sanitários	1	100,00	0,2500
		Esgotamento sanitário	1	100,00	0,2500
		Coleta de lixo doméstico	2	72,00	0,1800
	2	Abastecimento de água	2	70,00	0,1750
		Banheiros e sanitários	2	100,00	0,2500
		Esgotamento sanitário	2	100,00	0,2500
		Coleta de lixo doméstico	2	100,00	0,2500
	3	Abastecimento de água	3	66,00	0,1650
		Banheiros e sanitários	3	100,00	0,2500
		Esgotamento sanitário	1	100,00	0,2500
		Coleta de lixo doméstico	3	100,00	0,2500
Infraestrutura	1	Tipos de estradas e acessos (transporte)	1	100,00	0,2500
		Cobertura de energia elétrica	1	100,00	0,2500
		Linhas telefônicas instaladas (comunicação)	1	100,00	0,2500
		Saneamento básico	1	100,00	0,2500
	2	Tipos de estradas e acessos (transporte)	1	85,72	0,2143
		Cobertura de energia elétrica	2	100,00	0,2500
		Linhas telefônicas instaladas (comunicação)	2	100,00	0,2500
		Saneamento básico	2	85,72	0,2143
	3	Tipos de estradas e acessos (transporte)	2	94,88	0,2372
		Cobertura de energia elétrica	3	94,88	0,2372
		Linhas telefônicas instaladas (comunicação)	1	43,60	0,1090
		Saneamento básico	3	35,40	0,8850
Exploração econômica	1	Atividades econômicas	2	64,14	0,1069
		Taxa de lotação bovina (cab/ha)	3	100,00	0,1667
		Tratores por estabelecimento	4	100,00	0,1667
		Máquinas para plantio por estabelecimento	4	100,00	0,1667
		Colheitadeiras por estabelecimento	4	100,00	0,1667
		Práticas de conservação de solo	3	100,00	0,1667
	2	Atividades econômicas	2	79,26	0,1321
		Taxa de lotação bovina (cab/ha)	1	100,00	0,1667
		Tratores por estabelecimento	3	100,00	0,1667
		Máquinas para plantio por estabelecimento	3	100,00	0,1667
		Colheitadeiras por estabelecimento	3	100,00	0,1667
		Práticas de conservação de solo	4	100,00	0,1667

Continua...

Tabela 51. Continuação...

Grupo	Indicador	Variável	Área (%)	Massa	
Exploração econômica	Atividades econômicas	4	50,40	0,0840	
	Taxa de lotação bovina (cab/ha)	3	69,60	0,1160	
	3	Tratores por estabelecimento	2	100,00	0,1667
		Máquinas para plantio por estabelecimento	2	93,00	0,1550
		Colheitadeiras por estabelecimento	2	68,40	0,1140
	Práticas de conservação de solo	2	82,20	0,1370	
	4	Atividades econômicas	1	73,80	0,1230
		Taxa de lotação bovina (cab/ha)	4	35,40	0,0590
		Tratores por estabelecimento	3	31,80	0,0530
		Tratores por estabelecimento	2	99,60	0,1660
		Máquinas para plantio por estabelecimento	2	93,00	0,1550
		Colheitadeiras por estabelecimento	1	72,60	0,1210
Práticas de conservação de solo		2	94,80	0,1580	
Aspectos econômicos	1	Exploração econômica	1	100,00	0,5055
		Estrutura fundiária	2	98,90	0,4945
	2	Exploração econômica	2	100,00	0,5000
		Estrutura fundiária	1	99,94	0,4997
	3	Exploração econômica	3	53,22	0,2661
		Estrutura fundiária	2	45,38	0,2269
Dimensão econômica	1	Infraestrutura	1	100,00	0,5000
		Exploração econômica	3	100,00	0,5000
	2	Infraestrutura	3	100,00	0,5000
		Exploração econômica	2	82,30	0,4115
	3	Infraestrutura	2	52,82	0,2641
		Exploração econômica	3	100,00	0,5000

Capítulo 19

Zoneamento ambiental: construindo a dimensão social e o ordenamento territorial

Dimensão social

Considerando o viés ambiental de que a baixa densidade demográfica, a taxa de crescimento e a taxa de fecundidade são menos prejudiciais ao meio ambiente, os seis indicadores utilizados na caracterização da dinâmica populacional foram sintetizados no mapa da Figura 92. O $R^2=0,80$ determinou a formação de três agrupamentos, onde se observa uma dinâmica populacional menos equilibrada nos municípios de Alto Taquari, Coxim, Rio Verde e São Gabriel do Oeste. O Município de Alcinópolis possui uma dinâmica populacional com médio equilíbrio, enquanto que os municípios de Alto Araguaia, Pedro Gomes e Camapuã detêm o mais alto equilíbrio na melhor dinâmica populacional da região.

O mapa de habitação da bacia, obtido pelos indicadores pessoas/domicílio e domicílios próprios pode ser verificado na Figura 93. A formação de três agrupamentos foi proporcionada pelo $R^2=0,92$, cuja constatação indica os municípios de Alto Taquari, Alcinópolis e Camapuã com os piores níveis de habitação. Com nível médio de habitação encontra-se o Município de São Gabriel do Oeste, já os altos níveis da qualidade de habitação encontram-se nos Municípios de Costa Rica, Alto Araguaia, Pedro Gomes, Coxim e Rio Verde.

Os seis indicadores de acesso a serviços pela população foram reduzidos ao mapa de acessos a serviços apresentado na Figura 94. O $R^2=0,75$ proporcionou a formação de três agrupamentos, onde se observa que a população de Pedro Gomes e Alcinópolis possui o menor índice de qualidade de acesso

aos serviços oferecidos. Servida por um atendimento médio aos serviços oferecidos, encontra-se a população de Alto Araguaia, Alto Taquari, Coxim, Rio Verde, São Gabriel do Oeste e Camapuã. Apenas a população de Costa Rica conta com os mais altos índices de acesso aos serviços.

Considerando somente os indicadores mapeados da saúde (leito/mil hab), habitação, consumo de energia elétrica e acesso a serviços, elaborou-se um mapa parcial de condição de vida. Esse mapa, analisado em conjunto com o mapa de IDH, originou o mapa de condição de vida apresentado na Figura 95. A formação de três agrupamentos foi obtida com o $R^2=0,99$ demonstrando uma correlação muito alta. Os municípios de Alto Araguaia, Alcinópolis e Pedro Gomes possuem os mais baixos índices de condição de vida, enquanto os municípios de Coxim, Rio Verde e Camapuã possuem um índice de condição de vida médio. Os mais altos índices de condição de vida encontram-se nos municípios de Alto Taquari, Costa Rica e São Gabriel do Oeste, justamente onde a agricultura é mais desenvolvida.

O mapa da dimensão social (Figura 96), que na realidade é uma sintetização dos 20 indicadores utilizados na sua caracterização, foi obtido por meio da aplicação da análise multivariada sobre os mapas da dinâmica populacional e condição de vida. A formação de três agrupamentos foi obtida com o $R^2=0,91$. O menor índice da dimensão social encontra-se no Município de Alcinópolis com uma alta homogeneidade interna, enquanto os municípios de Alto Araguaia, Pedro Gomes, Coxim, Rio Verde e Camapuã detêm o índice médio e baixa homogeneidade. Já os municípios de Alto Taquari, Costa Rica e São Gabriel do Oeste possuem os maiores índices na dimensão social, porém como homogeneidade interna média.

Da mesma forma como ocorreu na dimensão econômica, na construção do mapa da dimensão social as variáveis utilizadas nas etapas anteriores não aparecem na análise. Na eventualidade de alguma retrospectiva, são apresentadas, na Tabela 52, as variáveis com maior peso nas etapas passadas, até a construção do mapa da dimensão social.

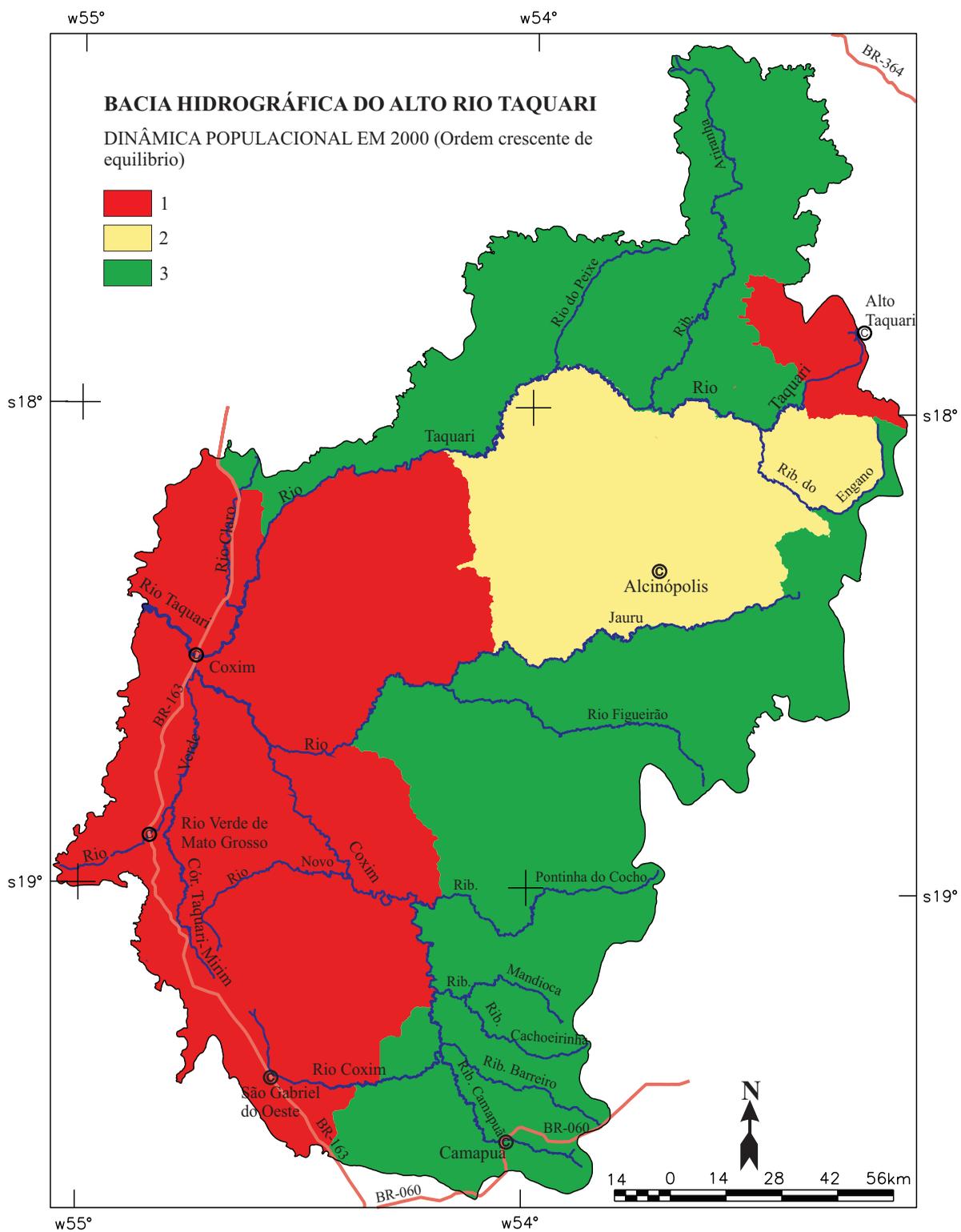


Figura 92. Classificação da dinâmica populacional na Bacia do Alto Taquari em 2000.

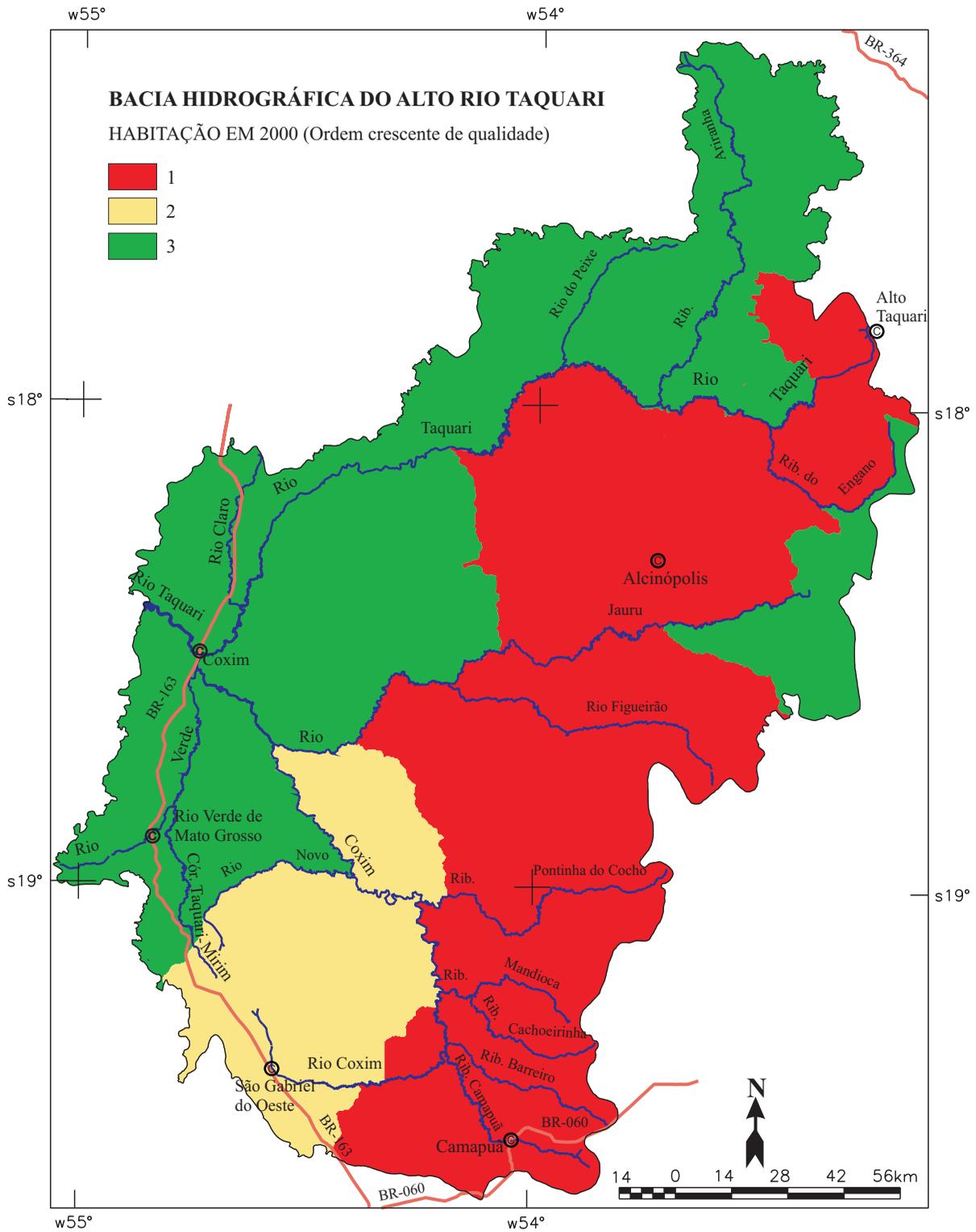


Figura 93. Classificação das condições de habitação na Bacia do Alto Taquari em 2000.

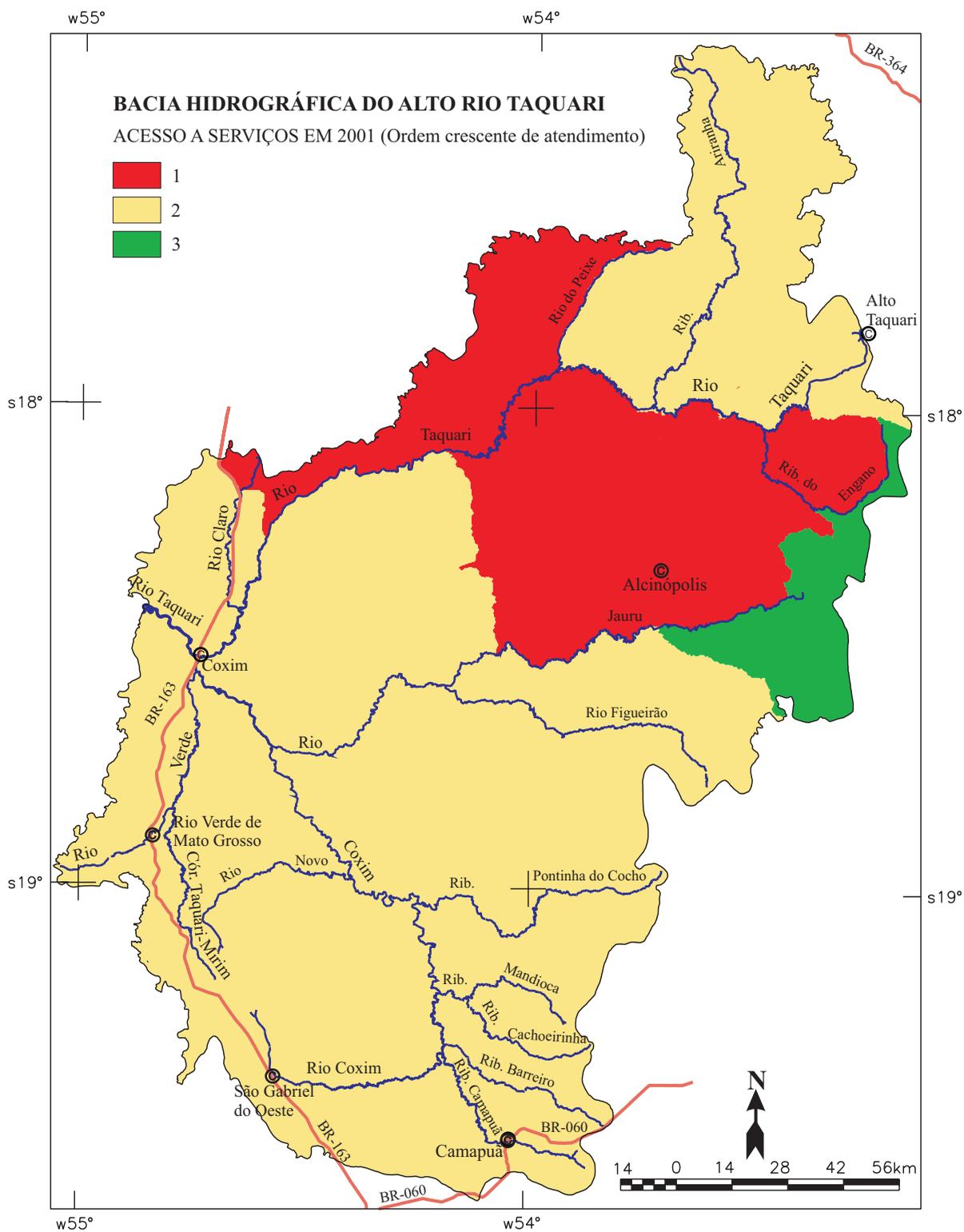


Figura 94. Classificação do acesso a serviços na Bacia do Alto Taquari em 2001.

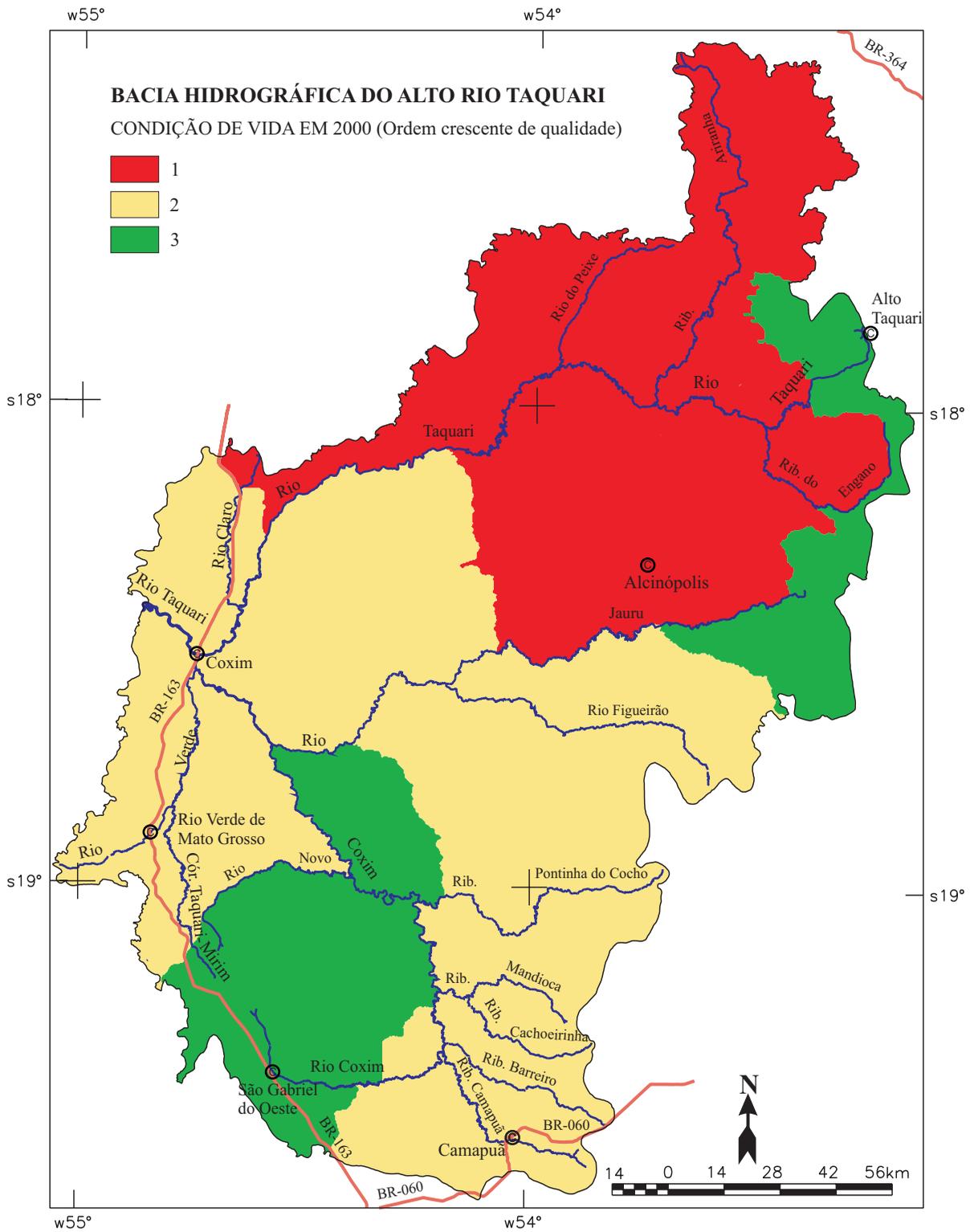


Figura 95. Classificação da condição de vida da população na Bacia do Alto Taquari em 2000.

Tabela 52. Variáveis com maior peso na formação dos grupos, na dimensão social, obtidas pela aplicação da análise multivariada. Grupos ordenados em ordem crescente de qualidade.

Grupo	Indicador	Variável	Área (%)	Massa	
Dinâmica populacional	Densidade demográfica	3	71,10	0,1185	
	Taxa de crescimento 1991/2000	4	39,18	0,0653	
	1	Proporção sexo feminino	2	37,62	0,0627
		Proporção população rural	3	94,32	0,1572
		Proporção população rural	1	100,00	0,1667
		Taxa de fecundidade	1	94,32	0,1572
		Idade média (anos)	3	60,84	0,1014
		2	Densidade demográfica	1	100,00
	Taxa de crescimento 1991/2000		1	100,00	0,1667
	Proporção sexo feminino		1	100,00	0,1667
	Proporção população rural		3	100,00	0,1667
	Taxa de fecundidade		2	100,00	0,1667
	Proporção sexo feminino		2	100,00	0,1667
	3	Densidade demográfica	1	78,42	0,1307
		Taxa de crescimento 1991/2000	2	100,00	0,1667
		Proporção sexo feminino	1	54,78	0,0913
		Proporção população rural	3	54,78	0,0913
		Taxa de fecundidade	1	100,00	0,1667
Proporção sexo feminino		3	100,00	0,1667	
Habitação	1	Morador por domicílio	1	95,10	0,4755
		Domicílios próprios	1	100,00	0,5000
	2	Morador por domicílio	3	100,00	0,5000
		Domicílios próprios	2	100,00	0,5000
	3	Morador por domicílio	2	54,02	0,2702
		Domicílios próprios	3	90,94	0,4547
Acesso a serviços	1	Meio de comunicação	1	100,00	0,1667
		Estabelecimentos de cultura e lazer	1	100,00	0,1667
		Comércio para cultura e lazer	2	71,88	0,1198
		Meios de acesso justiça	1	71,88	0,1198
		Nº de agências de correio	1	100,00	0,1667
		Nº de agências bancária	1	71,88	0,1198
	2	Meio de comunicação	3	68,52	0,1142
		Estabelecimentos de cultura e lazer	1	66,06	0,1101
		Comércio para cultura e lazer	3	62,52	0,1042
		Meios de acesso justiça	2	100,00	0,1667
		Nº de agências de correio	3	53,58	0,0893
		Nº de agências bancária	2	52,38	0,0873

Continua...

Tabela 52. Continuação...

Grupo	Indicador	Variável	Área (%)	Massa	
Acesso a serviços	Meio de comunicação	2	100,00	0,1667	
	Estabelecimentos de cultura e lazer	2	100,00	0,1667	
	3	Comércio para cultura e lazer	3	100,00	0,1667
		Meios de acesso justiça	3	100,00	0,1667
		Nº de agências de correio	2	100,00	0,1667
		Nº de agências bancária	3	100,00	0,1667
Condição de vida parcial	1	Acesso à saúde - leitos/mil hab	1	78,71	0,1968
		Habitação	1	65,60	0,1640
		Energia elétrica	2	73,20	0,1830
		Acesso a serviços	2	76,40	0,1910
	2	Acesso à saúde - leitos/mil hab	3	64,44	0,1611
		Habitação	3	100,00	0,2500
		Energia elétrica	1	100,00	0,2500
		Acesso a serviços	2	64,44	0,1611
	3	Acesso à saúde - leitos/mil hab	2	100,00	0,2500
		Habitação	2	75,88	0,1897
		Energia elétrica	3	100,00	0,2500
		Acesso a serviços	2	75,88	0,1897
Condição de vida final	1	Condição de vida parcial	2	52,32	0,2616
		IDH	1		0,3314
	2	Condição de vida parcial	3	100,00	0,5000
		IDH	2	100,00	0,5000
	3	Condição de vida parcial	3	88,50	0,4425
		IDH	3	78,60	0,3930
Dimensão social	1	Dinâmica populacional	3	100,00	0,5000
		Condição de vida final	1	100,00	0,5000
	2	Dinâmica populacional	3	65,30	0,3265
		Condição de vida final	2	73,82	0,3691
	3	Dinâmica populacional	1	78,62	0,3931
		Condição de vida final	3	100,00	0,5000

Identificação das zonas do ordenamento territorial

As inter-relações entre os indicadores naturais (dimensão ambiental - da1-da8) e os indicadores antrópicos ou de ocupação da terra (dimensão econômica - de1-de3 e dimensão social - ds1-ds3), existentes na bacia, foram sintetizadas no mapa de ordenamento territorial (Figura 97). Em função da similaridade existente entre as linhas de informações, foram delimitados quatro agrupamentos homogêneos explicando 88,7% da variabilidade dos indicadores utilizados ($R^2 = 0,887$).

A Tabela 53 mostra as principais estatísticas obtidas pela aplicação da análise multivariada com os 16 indicadores utilizados, identificados na Tabela 52. O agrupamento mais homogêneo, porém como uma variabilidade interna de 1,667 dada pela inércia, é o agrupamento quatro, composto por oito indicadores. Esse agrupamento representa 3,15% da bacia e constitui-se de parte dos municípios de Costa Rica e São Gabriel do Oeste. Complementando a área desses dois municípios e acrescentando, ainda, a área de Alto Taquari, num total geral de 25,36% da bacia, encontra-se delimitado o agrupamento dois, que na escala de um a quatro, é o terceiro classificado em homogeneidade, apresentando inércia de 3,000, sendo composto por 12 indicadores. O Município de Alcínópolis, com inércia de 2,667 e 11 indicadores, ficou sobreposto exatamente no agrupamento três, sendo o segundo classificado em homogeneidade e representando 15,64% da bacia. Demonstrando a alta heterogeneidade da bacia, com 13 indicadores e inércia de 3,333, foi delimitado o agrupamento um, com ampla distribuição na área de estudo, representando 65,85% da região.

No caso da redução de dimensionalidade, tomemos como exemplo o agrupamento quatro com oito dimensões (indicadores) e observemos que na redução para apenas duas dimensões, a inércia explicada é de 41,1%, sendo 21,1% na dim1 e 20,0% na dim2. O indicador Ds1=1/3 (agrupamento um da dimensão social - menor homogeneidade) é que mais contribuiu para a direção do eixo um, explicando 49,97% da inércia nessa dimensão. Por outro lado, o indicador Da7=7/8 (agrupamento sete da dimensão ambiental - homogeneidade sete numa escala de um a oito) é o que mais contribuiu para a direção do eixo dois, explicando 99,07% da inércia nessa dimensão.

Os indicadores que mais contribuíram para a formação de cada um dos quatro agrupamentos do ordenamento territorial, identificados na Tabela 53, podem ser vistos na Tabela 54. A apresentação desses indicadores segue o mesmo critério adotado na dimensão ambiental, ou seja, os indicadores são listados para cada categoria (dimensão) até alcançarem o limite de $\geq 50\%$ de representação da área de estudo. De maneira geral, a heterogeneidade da região se concentra nos meios físico e biológico representada na dimensão ambiental. Assim sendo, observa-se que no agrupamento um a heterogeneidade da região é fortemente influenciada pelos indicadores dessa dimensão ambiental, onde foram necessários três deles para comporem o mínimo de 50% da representatividade da área da bacia. Além disso, esses indicadores apresentam as maiores inércias.

Analisando o agrupamento mais homogêneo (quatro), verifica-se que apenas uma variável de cada dimensão foi suficiente para compor o mínimo de 50% da área da bacia. No entanto,

Tabela 53. Estatísticas derivadas da aplicação da análise multivariada para obtenção de quatro grupos no ordenamento territorial. Grupos ordenados em ordem crescente de homogeneidade (maior valor, maior homogeneidade).

R ² Grupo	Área (%)	NV	RMS STD	DBCC	Grupo + próximo	Decomposição da inércia em duas dimensões			% do indicador de maior contribuição	Homogeneidade das dimensões	
						Dimensão	Inércia	% acumulado			
1	65,85	13	0,262	1,298	2	Dim1	0,365	10,94	10,94	Ds3 (43,10)	3/3
						Dim2	0,341	10,22	21,16	Da8 (30,76)	8/8
						Total	3,333	-	100,00	-	-
2	15,36	12	0,230	1,298	1	Dim1	0,651	21,70	21,70	De2 (49,91)	/3
						Dim2	0,340	11,33	33,03	Ds1 (43,52)	1/3
						Total	3,000	-	100,00	-	-
3	15,64	11	0,178	2,303	1	Dim1	0,344	12,90	12,90	Ds3 (39,30)	3/3
						Dim2	0,340	12,74	25,64	Ds2 (28,91)	2/3
						Total	2,667	-	100,00	-	-
4	3,15	8	0,146	1,888	2	Dim1	0,351	21,09	21,09	Ds1 (49,97)	1/3
						Dim2	0,333	20,00	41,09	Da7 (99,07)	7/8
						Total	1,667	-	100,00	-	-

Obs.: Na homogeneidade das dimensões, o primeiro valor indica o grau de homogeneidade do agrupamento na dimensão dada e o segundo valor indica o grau máximo de homogeneidade admitida para os agrupamentos dessa dimensão.

mesmo aqui, fica claro que a dimensão ambiental é heterogênea, pois a variável Da6 ocorre em 70,02% da área do agrupamento, enquanto as variáveis das dimensões econômica (De2) e social (Ds3) ocorrem, respectivamente, em 99,99% e 99,96% dessa mesma área.

Sem dúvida, a composição de cada classe de um novo agrupamento criado é influenciada pelo peso de cada variável dos indicadores envolvidos na sua delimitação. Nesse sentido, uma das facilidades de se usar a análise multivariada é que ela permite ao tomador de decisão verificar quais as variáveis ou indicadores estão contribuindo para um determinado agrupamento nos diferentes mapeamentos. Recorrendo à Tabela 48, verifica-se que, de 37 indicadores com 203 variáveis iniciais, representados por 37 mapas, elabora-se um mapa de ordenamento territorial com quatro classes (ou agrupamentos), que exprime as inter-relações desses indicadores (Figura 97 e Tabela 54).

Entretanto, como já salientado anteriormente, não se pode fazer a leitura inversa partindo do ordenamento territorial e identificar imediatamente os indicadores e variáveis que contribuíram na formação de cada um dos agrupamentos, além daqueles utilizados na última análise. Tome-se então, como exemplo, o agrupamento quatro da Tabela 54, com três variáveis e retorne-se apenas um nível em cada dimensão, criando a Tabela 55. Verifica-se, portanto, que essas três variáveis foram desmembradas em 10 indicadores com uma variável cada, sendo seis indicadores da dimensão ambiental Da6 (Clima (C2), Geologia (G11), Geomorfologia (M8), Solo (S22), Recursos Hídricos (R) e Vegetação (V8)), duas da dimensão econômica De2 (Infraestrutura e Aspectos Econômicos) e duas da dimensão social Ds3 (Dinâmica Populacional (Dp3) e Condição de Vida (Cv2)). Quanto aos indicadores, pode-se afirmar que os 10 contribuíram com igual peso (0,10) para formação do agrupamento, porém a importância de cada variável não pode ser determinada, a não ser que elas tivessem sido incluídas na análise multivariada. A única afirmativa que se pode fazer é que essas variáveis foram as mais importantes para a delimitação dos agrupamentos Da6, De2 e Ds3.

Tabela 54. Variáveis com maior peso na formação dos quatro agrupamentos do ordenamento territorial obtidas pela aplicação da análise multivariada. Grupos ordenados em ordem crescente de homogeneidade (maior valor, maior homogeneidade).

Grupo	Tema	Variáveis	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2
1	Dimensão Ambiental	Da2 – Homogeneidade 2 na escala de 1 a 8 (2/8)	28,44	0,0948	0,0715	0,04640	0,00856
		Da1 – Homogeneidade 1 na escala de 1 a 8 (1/8)	16,77	0,0559	0,0832	0,01499	0,14504
		Da5 – Homogeneidade 5 na escala de 1 a 8 (5/8)	16,56	0,0552	0,0835	0,32833	0,04947
1	Dimensão Econômica	De3 – Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (3/3)	99,96	0,3332	0	0,00001	0,00007
		Dimensão Social					
2	Dimensão Ambiental	Ds2 – Homogeneidade 2 na escala de 1 a 3 (2/3)	99,75	0,3325	0,0003	0,00120	0,00002
		%	87,16	87,16	7,16	-	-
2	Dimensão Econômica	Da3 – Homogeneidade 3 na escala de 1 a 8 (3/8)	35,10	0,1170	0,0721	0,00016	0,02916
		Da1 – Homogeneidade 1 na escala de 1 a 8 (1/8)	18,42	0,0614	0,0906	0,00116	0,24053
		De3 – Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (2/3)	99,96	0,3332	0	0,00013	0
2	Dimensão Social	Ds3 – Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (3/3)	99,96	0,3332	0	0,00014	0,00001
		%	84,48	84,48	5,42	-	-
3	Dimensão Ambiental	Da2 – Homogeneidade 2 na escala de 1 a 8 (2/8)	56,52	0,1884	0,0544	0,00457	0,21394
		De1 – Homogeneidade 1 na escala de 1 a 3 (1/3)	99,90	0,3330	0,0001	0,00009	0,00014
		Dimensão Econômica					
3	Dimensão Social	Ds1 – Homogeneidade 1 na escala de 1 a 3 (1/3)	99,87	0,3329	0,0002	0,00035	0,00005
		%	85,43	85,43	2,05	-	-
4	Dimensão Ambiental	Da6 – Homogeneidade 6 na escala de 1 a 8 (6/8)	70,02	0,2334	0,0600	0,5899	0,00765
		Dimensão Econômica					
		De2 – Homogeneidade 2 na escala de 1 a 3 (2/3)	99,99	0,3333	0	0	0
4	Dimensão Social	Ds3 – Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (3/3)	99,96	0,3332	0,0001	0,00025	0
		%	89,91	0,8991	3,6	-	-

Tabela 55. Indicadores e possíveis variáveis importantes na formação das classes do agrupamento quatro.

Classes	Tema/indicador	Variáveis
Da6	Clima	C2 - Úmido com índice hídrico de 20 a 40
	Geologia	G11 - Formação Pirambóia + Formação Botucatu
	Geomorfologia	M8 - Relevo aguçado (Da25) – Dissecação muito forte
	Solo	S22 - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe1)
	Rec. hídricos	R - IQA ruim
	Vegetação	V8 - Sem vegetação natural
De2	Infraestrutura	Ie3 - Melhor índice de infraestrutura (3/3)
	Aspectos-econômicos	Ec2 - Médio índice nos aspectos econômicos (2/3)
Ds3	Dinâmica populacional	Dp3 - Melhor índice na dinâmica populacional (2/3)
	Condição de vida	Cv2 - Médio índice na condição de vida (2/3)

Capítulo 20

Zoneamento ambiental: construindo e comparando zoneamentos ambientais

Identificação das unidades de zoneamento ambiental (UZAs)

Considerando o conjunto total das dimensões avaliadas, foi elaborado o zoneamento ambiental buscando exprimir as inter-relações existentes na área de estudo. Na Tabela 56, apresentam-se as variáveis envolvidas na análise. Nessa etapa, foram associados cinco mapas e 25 variáveis, obtendo-se como resultado o mapa de zoneamento ambiental com quatro classes homogêneas apresentado na Figura 98.

Na Tabela 57, observam-se as estatísticas derivadas da aplicação da análise multivariada para obtenção dos quatro agrupamentos. O $R^2=0,865$ explica uma variabilidade de 86,5% das variáveis para essas delimitações. Na Figura 99, pode-se verificar como se distribuem as diversas variáveis nos distintos agrupamentos, podendo, inclusive, imaginar outros níveis de corte diferente do R^2 assumido. A inércia de 2,600 identifica o agrupamento quatro como o mais homogêneo, composto por 18 variáveis e representando 2,91% da área da bacia. Somente parte dos municípios de Costa Rica e de São Gabriel do Oeste compõem esse agrupamento.

Mesmo um agrupamento sendo determinado como homogêneo, sua heterogeneidade interna permite a formação de outros agrupamentos. Como exemplificação, a Figura 100 apresenta o dendrograma do agrupamento quatro obtido pela análise de agrupamento, onde se observa a formação de três agrupamentos distintos. O primeiro é formado pelas variáveis De3 e Fr4, o segundo pelas variáveis Da4 e Vo3 e o terceiro pelas outras 14 variáveis.

Tabela 56. Integração de informações para a elaboração do zoneamento ambiental da Bacia do Alto Taquari.

Mapas	Variáveis ou classes	Mapa final	Variáveis ou classes
Dimensão ambiental	Da1 - Homogeneidade 1/8 Da2 - Homogeneidade 2/8 Da3 - Homogeneidade 3/8 Da4 - Homogeneidade 4/8 Da5 - Homogeneidade 5/8 Da6 - Homogeneidade 6/8 Da7 - Homogeneidade 7/8 Da8 - Homogeneidade 8/8		
Dimensão econômica	De1 - Homogeneidade 1/3 De2 - Homogeneidade 2/3 De3 - Homogeneidade 3/3		
Dimensão social	Ds1 - Homogeneidade 1/3 Ds2 - Homogeneidade 2/3 Ds3 - Homogeneidade 3/3		
Vocação	Vo1 - Vocação regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e restrita no nível C (2ab(c)) Vo2 - Vocação regular para lavouras no nível de manejo A; restrita no nível B e inapta no nível C (2(b)c) Vo3 - Vocação restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A (3(bc)) Vo4 - Vocação regular para pastagem plantada (4p) Vo5 - Vocação restrita para pastagem plantada (4(p)) Vo6 - Vocação restrita para pastagem natural e inapta para silvicultura (5(n)). Vo7 - Terras sem vocação para uso agrícola; indicadas para preservação de flora e fauna (6)	Zoneamento Ambiental	Za1 - Homogeneidade 1/4 Za2 - Homogeneidade 2/4 Za3 - Homogeneidade 3/4 Za4 - Homogeneidade 4/4
Fragilidade	Fr1 - Fragilidade muito alta (potencial de erosão > 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹) Fr2 - Fragilidade alta (potencial de erosão 50 a 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹) Fr3 - Fragilidade moderada (potencial de erosão 10 a 50 t ha ⁻¹ ano ⁻¹) Fr4 - Fragilidade nenhuma ou ligeira (potencial de erosão < 10 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)		

Tabela 57. Estatísticas derivadas da aplicação da análise multivariada para obtenção de quatro grupos para zoneamento ambiental. Grupos ordenados em ordem crescente de homogeneidade (maior valor, maior homogeneidade).

R ²	Grupo	Área (%)	NV	RMS STD	DBCC	Grupo + próximo	Decomposição da inércia em duas dimensões			Classes das dimensões ou temas		
							Dimensão	Inércia	%		% de maior contribuição	% acumulado
0,865	1	29,98	24	0,294	0,919	2	Dim1	0,454	11,94	11,94	Ds3 (17,37) Vo4 (14,43)	3/3 (4p)
							Dim2	0,343	9,02	20,26	Vo2 (24,08) Da5 (17,60)	2(b)c 5/8
							Total	3,800	-	100,00	-	-
0,865	2	51,47	24	0,203	0,919	1	Dim1	0,363	9,55	9,55	Da5 (22,62) Vo1 (19,93)	5/8 2ab(c))
							Dim2	0,305	8,03	17,58	Da4 (21,63) Vo5 (12,82)	4/8 4(p)
							Total	3,800	-	100,00	-	-
0,865	3	15,64	20	0,279	1,839	2	Dim1	0,359	11,96	11,96	Vo7 (18,13) Da4 (13,81)	6 4/8
							Dim2	0,333	11,09	23,04	Vo2 (38,79) Da3 (34,68)	2(b)c 3/8
							Total	3,000	-	100,00	-	-
0,865	4	2,91	18	0,183	2,017	1	Dim1	0,416	16,01	16,01	De3 (45,70) Fr4 (45,70)	3/3 Frágil. Nenhuma
							Dim2	0,372	14,32	30,34	Da4 (48,95) Vo3 (48,63)	4/8 3(bc)
							Total	2,600	-	100,00	-	-

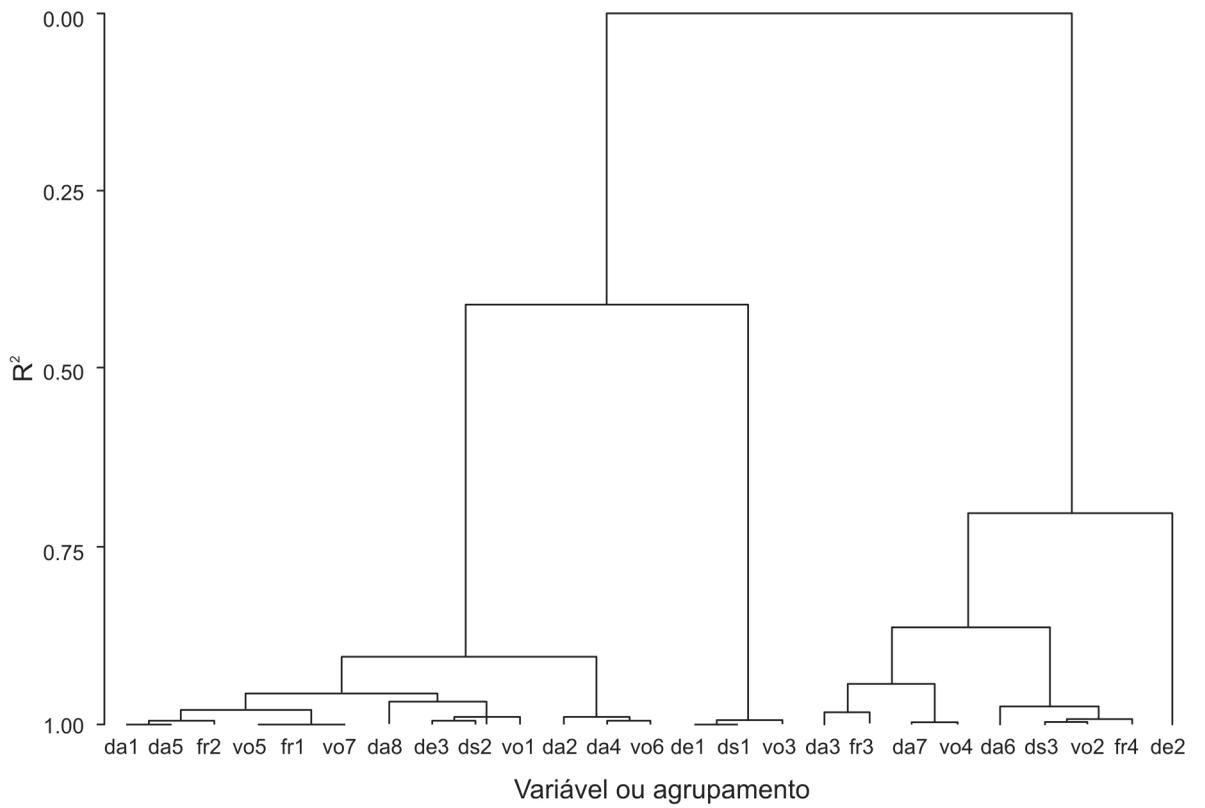


Figura 99. Dendrograma dos agrupamentos do zoneamento ambiental da Bacia do Alto Taquari.

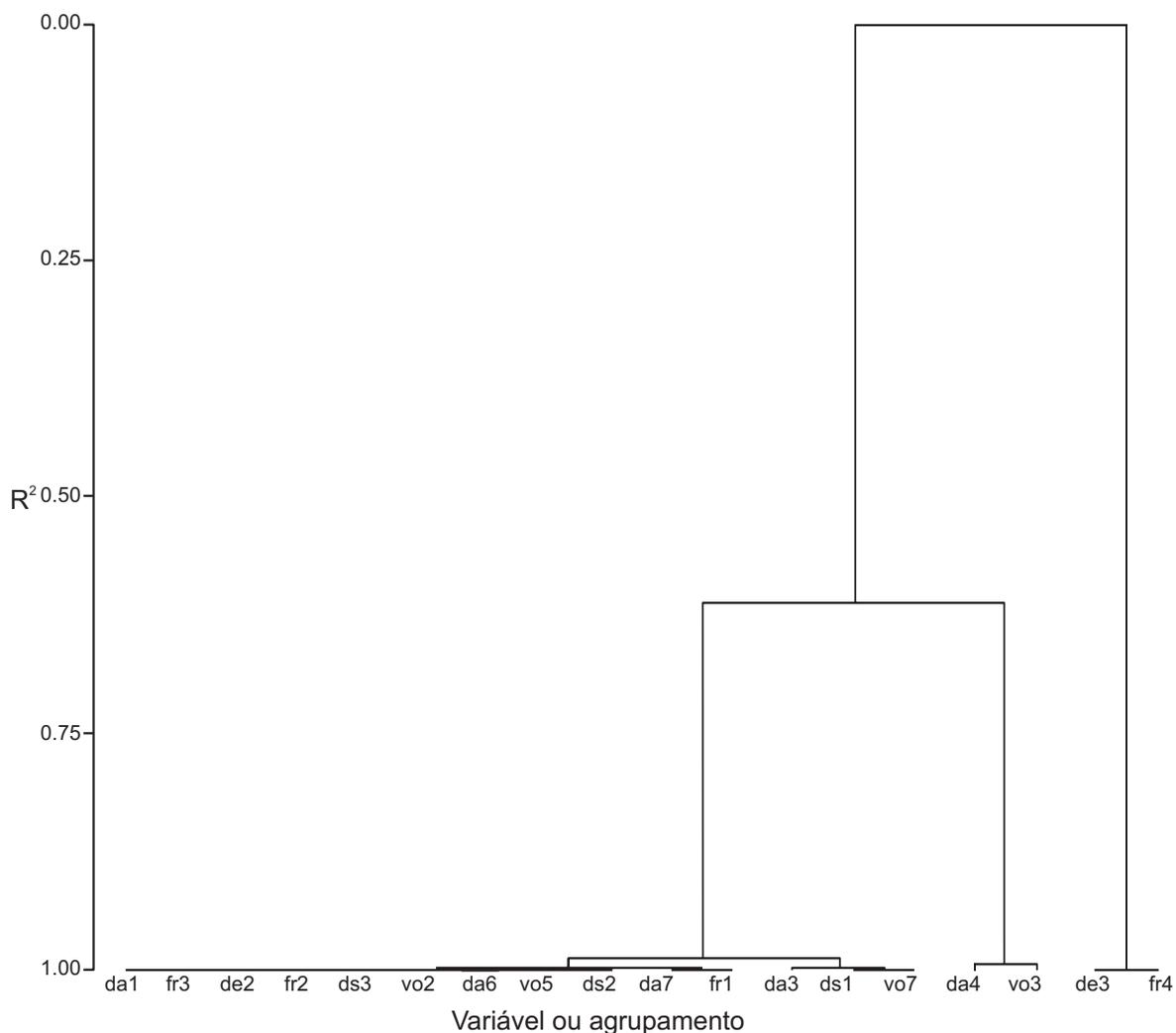


Figura 100. Dendrograma do agrupamento quatro do zoneamento ambiental da Bacia do Alto Taquari.

Das 18 dimensões (variáveis) do agrupamento quatro, a redução para apenas duas dimensões obtida pela análise de correspondência expressou 30,34% de toda a variabilidade, sendo 16,0% explicada pela dim1 e 14,3% pela dim2. Na dim1, as variáveis De3=3/3 (agrupamento três da dimensão econômica – maior homogeneidade) e Fr4=Fragilidade nenhuma ou ligeira (potencial de erosão < 10 t ha⁻¹ ano⁻¹) contribuíram com 91,4% para a direção do eixo um em igual proporção. Já na dim2, as variáveis Da4=4/8 (agrupamento quatro da dimensão ambiental – homogeneidade quatro numa escala de um a oito) e Vo3=3(bc) (Vocação restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A) contribuíram com 97,6% para a direção do eixo dois, sendo 48,95% para Da4 e 48,63% para Vo3.

A Figura 101 apresenta o gráfico bidimensional obtido da análise de correspondência do agrupamento quatro, onde se verifica claramente as quatro variáveis dispersas da nuvem de ponto definindo o direcionamento de cada eixo. A similaridade entre as variáveis também pode ser interpretada nesse gráfico, em função das suas projeções no eixo 1 ou no eixo 2, onde numa primeira análise pode-se observar a formação de três agrupamentos formados em função da

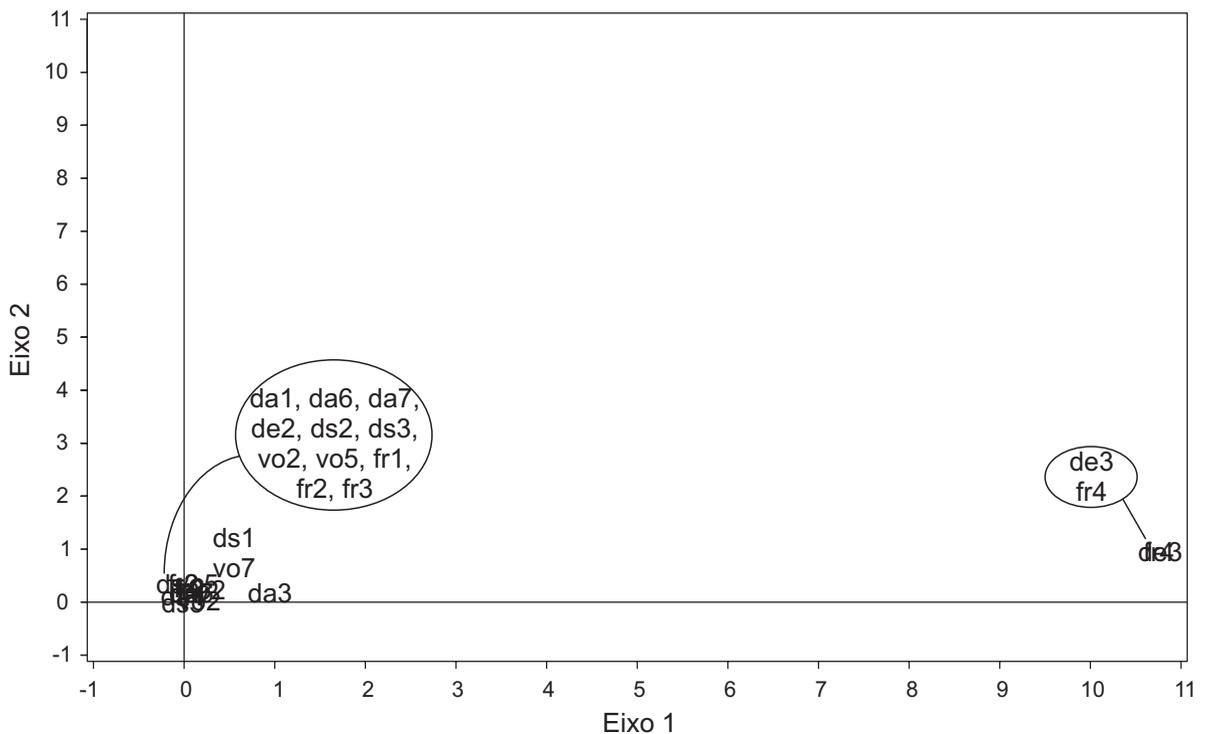


Figura 101. Gráfico da análise de correspondência múltipla para o agrupamento quatro do zoneamento ambiental da Bacia do Alto Taquari.

similaridade existente entre Vo3 e Da4, De3 e Fr4 e, entre as demais variáveis existentes formando a maior nuvem de pontos em torno da origem. Caso o tomador de decisão tenha interesse, esse tipo de análise ou interpretação pode ser efetuado para qualquer um ou todos os agrupamentos, refinando assim, a tomada de decisão.

Utilizando novamente as informações da Figura 98 e da Tabela 57 verifica-se que o agrupamento três (segundo mais homogêneo), composto por 20 variáveis e representando 15,64% da área da bacia, coincide exatamente com o município de Alcinópolis, mostrando a coesão entre as variáveis analisadas e, ao mesmo tempo, a necessidade de diretrizes específicas para esse município. Quanto aos agrupamentos um e dois, neles concentram-se a grande heterogeneidade da bacia de acordo com os indicadores utilizados. Juntos, esses dois agrupamentos representam 81,45% da área da bacia, distribuindo-se por todos os municípios, com exceção de Alcinópolis.

Utilizando as informações da Tabela 58, observa-se que a homogeneidade das unidades de zoneamento ambiental é altamente influenciada pelas informações provenientes das dimensões econômica e social tomadas por município. Isso reside nos maiores valores de massa e nos menores valores de inércia apresentados pelas variáveis dessas dimensões e da grande representatividade em área de apenas uma variável de cada dimensão nos agrupamentos formados. Fato este que pode ser claramente evidenciado pelas variáveis da dimensão econômico, em que apenas uma variável em cada agrupamento distribui-se por quase 100% da sua área física. Por outro lado, a heterogeneidade da bacia, em ordem crescente, é influenciada

Tabela 58. Variáveis com maior peso na formação dos quatro grupos do zoneamento ambiental obtidas pela aplicação da análise multivariada. Grupos ordenados em ordem crescente de homogeneidade (maior valor, maior homogeneidade).

Grupo	Tema	Classes	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2
1	Dimensão ambiental	Da6 - Homogeneidade 6 na escala de 1 a 8 (6/8)	38,85	0,0777	0,0322	0,10033	0,12366
		Da3 - Homogeneidade 3 na escala de 1 a 8 (3/8)	21,85	0,0437	0,0411	0,09266	0,00254
	Dimensão econômica	De3 - Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (3/3)	99,1	0,1982	0,0005	0,00022	0,00005
		Ds2 - Homogeneidade 2 na escala de 2 a 3 (2/3)	57,2	0,1144	0,0225	0,13012	0,00024
	Dimensão social	Vo2 - Vocação regular para lavouras no nível de manejo A; restrita no nível B e inapta no nível C (2(b)c)	39,45	0,0789	0,0319	0,00164	0,24081
		Vo4 - Vocação regular para pastagem plantada (4p)	29,15	0,0583	0,0373	0,14433	0,16729
	Fragilidade	Fr3 - Fragilidade moderada (potencial de erosão 10 a 50 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	43,6	0,0872	0,0297	0,00599	0,01154
		Fr1 - Fragilidade muito alta (potencial de erosão > 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	29,4	0,0588	0,0372	0,00759	0,08077
	%		71,72	71,72	6,12	-	-
	2	Dimensão ambiental	Da2 - Homogeneidade 2 na escala de 1 a 8 (2/8)	37,7	0,0754	0,0328	0,00003
Da1 - Homogeneidade 1 na escala de 1 a 8 (1/8)			19,15	0,0383	0,0426	0,00246	0,03729
Dimensão econômica		De3 - Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (3/3)	99,95	0,1999	0	0	0
		Ds2 - Homogeneidade 2 na escala de 2 a 3 (2/3)	94,3	0,1886	0,0030	0,00511	0,00251
Vocação		Vo5 - Vocação restrita para pastagem plantada (4(p))	66,65	0,1333	0,0176	0,00100	0,12823
		Fr1 - Fragilidade muito alta (potencial de erosão > 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	56,95	0,1139	0,0227	0,07087	0,00185
%			74,94	74,94	3,12	-	-

Continua...

Tabela 58. Continuação...

Grupo	Tema	Classes	Área (%)	Massa	Inércia	Contr1	Contr2	
3	Dimensão ambiental	Da2 - Homogeneidade 2 na escala de 1 a 8 (2/8)	56,5	0,1130	0,0290	0,02625	0,00364	
	Dimensão econômica	De1 - Homogeneidade 1 na escala de 1 a 3 (1/3)	99,9	0,1998	0,0001	0	0	
	Dimensão social	Ds1 - Homogeneidade 1 na escala de 1 a 3 (1/3)	99,85	0,1997	0,0001	0	0	
	Vocação	Vo3 - Vocação restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A (3(bc))	48,5	0,0970	0,0343	0,06104	0,0009	
		Vo5 - Vocação restrita para pastagem plantada (4(p))	36,75	0,0735	0,0422	0,00779	0,01773	
	Fragilidade	Fr1 - Fragilidade muito alta (potencial de erosão > 200 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	40,65	0,0813	0,0396	0,10662	0,04667	
		Fr3 - Fragilidade moderada (potencial de erosão 10 a 50 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	35,8	0,0716	0,0428	0,07140	0,02484	
	%		83,59	83,59	5,30	-	-	
	4	Dimensão ambiental	Da6 - Homogeneidade 6 na escala de 1 a 8 (6/8)	75,7	0,1514	0,0187	0,00977	0,00902
		Dimensão econômica	De2 - Homogeneidade 2 na escala de 1 a 3 (2/3)	99,15	0,1983	0,0006	0,00381	0,00002
Dimensão social		Ds3 - Homogeneidade 3 na escala de 1 a 3 (3/3)	99,9	0,1998	0,0001	0	0	
Vocação		Vo2 - Vocação regular para lavouras no nível de manejo A; restrita no nível B e inapta no nível C (2(b)c)	97,85	0,1957	0,0017	0,00004	0,00550	
		Fr3 - Fragilidade moderada (potencial de erosão 10 a 50 t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	69,2	0,1384	0,0763	0,00340	0,00058	
%			88,36	88,36	3,75	-	-	

pelas informações provenientes da vocação da terra, da fragilidade ambiental e da dimensão ambiental.

Essa heterogeneidade encontra-se bem evidenciada no agrupamento um, que precisou de, no mínimo, duas variáveis da vocação da terra (Vo2 e Vo4), duas da fragilidade ambiental (Fr3 e Fr1) e duas da dimensão ambiental (Da6 e Da3), para comporem, respectivamente, 68,6%, 73,0% e 60,7% da área da bacia. Todavia, a homogeneidade dessa unidade de zoneamento é caracterizada por possuir vocação regular para lavouras no nível de manejo A; restrita no nível B e inapta no nível C, e ainda, vocação regular para pastagem plantada; fragilidade ambiental moderada (potencial de erosão 10 a 50 t ha⁻¹ ano⁻¹) e fragilidade muito alta (potencial de erosão > 200 t ha⁻¹ ano⁻¹) e homogeneidade 6/8 e 3/8 referente às informações que compõem a dimensão ambiental. Além disso, inclui as variáveis das dimensões econômica (De3) e social (Ds2). Juntas, essas variáveis representam 71,72% desse agrupamento, explicando 6,12% da inércia.

Como já salientado, a análise multivariada evidencia as inter-relações que normalmente não se consegue obter visualmente ou por outros métodos de análise mais elementares. Na construção do cenário atual da bacia (capítulo 16), o que se observa em campo e a impressão que se obtém da região têm muito peso. Diante disso, costuma-se privilegiar o meio físico e a forma de ocupação, agrupando aquilo que se vê repetir sempre. Neste sentido, provavelmente as regiões agrícolas da bacia seriam incluídas em uma única zona, mas tal fato não ocorre na unidade de zoneamento quatro (Figura 98), onde outros fatores são considerados pela análise multivariada, influenciando o resultado. Um outro exemplo é a zona 3, que coincide com o município de Alcinópolis devido ao peso das variáveis sócio-econômicas que diferencia essa área do seu entorno, fato que poderia passar despercebido se fosse utilizado outro tipo de análise.

Elaboração do zoneamento ambiental por sobreposição e aplicação do teste de concordância

A partir dos mesmos indicadores e estruturação apresentados na Tabela 48 foi elaborado um zoneamento ambiental utilizando o método convencional de sobreposição de mapas. Usualmente, essa sobreposição é elaborada manualmente por meio do cruzamento dos diferentes “overlays” numa mesa de luz ou com uso de computadores, especificando as regras para tal finalidade. As duas maneiras se complementaram neste trabalho, sendo que vários “scripts” foram efetuados no módulo LEGAL do SPRING. Dessa maneira, seguindo o mesmo modo de agrupamento dos indicadores utilizado no zoneamento com análise multivariada, os indicadores foram sobrepostos sucessivamente até resultarem nas dimensões ambiental, econômica e social, derivando o ordenamento territorial. Foi identificada para cada zona encontrada, a sua fragilidade e a sua vocação, constituindo-se no zoneamento ambiental para comparação. O princípio básico de todos esses cruzamentos é a intersecção entre as classes por meio de álgebra booleana.

As 103 variáveis (classes) dos temas da dimensão ambiental dificultam, demasiadamente, o cruzamento e a interpretação dos resultados, sendo necessária uma generalização considerável dos mapas. Desta forma, o mapa de geologia ficou reduzido às classes a) Cenozóico, b) Mesozóico e c) Paleozóico; a geomorfologia em a) relevo fraco, b) relevo médio e c) relevo forte; o solo inicialmente foi reduzido a sete classes: Latossolos (roxo distrófico, vermelho amarelo e vermelho escuro), Podzólico vermelho amarelo, Glei Pouco húmico distrófico, Areias Quartzosas e Litólicos e, em seguida, agrupados em a) arenosos e b) argilosos; a vegetação ficou reduzida aos predomínios de a) transição, b) cerrado, c) cerradão e d) fragmentos e; o clima em a) úmido, b) sub-úmido e c) seco.

Os mapas dos indicadores sócioeconômicos foram reduzidos a três classes, e cada classe recebeu um peso. O mesmo critério de menor, médio e maior, já adotado, permaneceu, definindo os pesos 1, 2 e 3 para as respectivas classes. Cada polígono do mapa sobreposto recebia os valores dos pesos de cada indicador envolvido na geração do novo mapa derivado e estes eram somados. A diferença entre a maior e a menor somatória foi dividida em três intervalos iguais para a obtenção das classes de cada polígono. Em suma, aplicaram-se os procedimentos mais comumente utilizados para zoneamentos ambientais verificados na literatura.

De maneira geral, os critérios importantes para a delimitação das zonas foram: similaridade ou concordância entre os indicadores, eliminação de manchas pequenas, agregação de grandes manchas contínuas, mesmo com a intrusão de manchas pequenas e predominância de uma classe ou de um indicador.

Na Figura 102 observa-se o mapa do zoneamento ambiental obtido por sobreposição com 14 zonas e na Tabela 59, as principais características de cada uma delas, identificadas quanto à sua predominância.

Considerando que as unidades de zoneamento não devem ser muitas e nem tão pequenas que inviabilizem a proposição de diretrizes no planejamento ambiental, o zoneamento da Figura 102 foi agrupado em sete zonas e apresentado na Figura 103, que seria o equivalente ao zoneamento ambiental elaborado com a análise multivariada. Na Tabela 60 observam-se as principais características de cada uma das sete zonas identificadas quanto à sua predominância.

Apesar de, visualmente, os zoneamentos diferirem bastante, ambos ressaltam as duas regiões mais heterogêneas da bacia, cujas dimensões ambiental e sócio-econômica são bastante diversificadas. A primeira envolvendo os municípios de Alto Taquari, Costa Rica e leste de Alcínópolis e a segunda envolvendo o município de São Gabriel do Oeste.

Na comparação entre os dois zoneamentos (Figuras 98 e 103) o coeficiente de correlação de Cramer V, foi estimado em 0,5024. Isso indica que existem 50,24% de concordância entre os limites das classes de ambos os mapas. Porém, a diferença fundamental entre os dois métodos reside na qualificação e na quantificação. Enquanto que no método convencional, em muitas etapas, estão inseridos os aspectos qualitativos e subjetivos, tornando difícil descrevê-los metodologicamente, no método utilizando análise multivariada, a quantificação está sempre presente, garantida pela robustez do método utilizado, sendo claramente descrito, podendo ser facilmente repetido por outros pesquisadores com a garantia de obter o mesmo resultado.

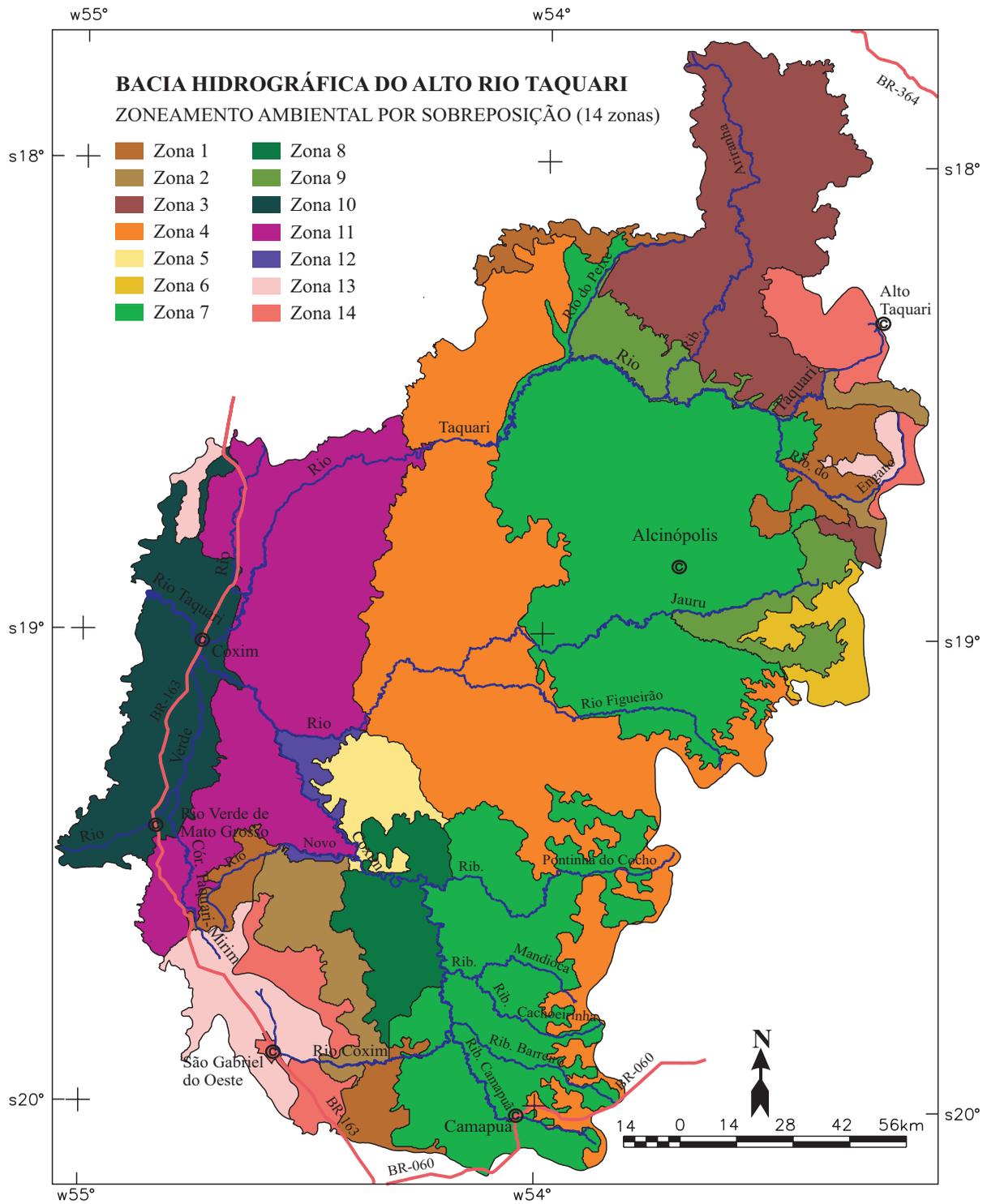


Figura 102. Zoneamento ambiental com 14 zonas, obtido por sobreposição.

Tabela 59. Caracterização das 14 zonas obtidas no zoneamento ambiental por sobreposição.

Zona	Composição predominante das zonas							Dimensão sócio-econômica	Fragilidade	Vocação
	Geologia	Relevo	Solo	Vegetação	IQA	Clima	Dimensão sócio-econômica			
1	Mesozóico	Forte, fraco	Arenoso	Transição, pastagem	Bom, ruim, aceitável	Úmido, subúmido	Ruim	Muito alta, alta	Conservação, agricultura-2(b)c, 3(bc)	
2	Mesozóico	Forte, fraco	Arenoso	Pastagem, transição	Aceitável, ruim	Úmido	Média	Muito alta, alta	Conservação, agricultura-2(b)c	
3	Mesozóico	Forte, médio	Arenoso	Transição, pastagem	Bom	Úmido, subúmido	Boa	Muito alta, moderada	Pastagem-4(p), conservação	
4	Mesozóico	Médio, fraco	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Aceitável, bom, ruim	Subúmido, seco, úmido	Ruim	Muito alta, alta	Pastagem-4(p)	
5	Mesozóico	Fraco, forte	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Aceitável	Subúmido, úmido	Média	Moderada, muito alta	Pastagem-4(p)	
6	Mesozóico	Fraco, médio	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Aceitável	úmido	Boa	Muito alta, alta	Pastagem-4(p)	
7	Mesozóico	Forte, médio	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Aceitável, ruim, bom	Subúmido, úmido, seco	Ruim	Moderada, muito alta	Pastagem-4p, 4(p), agricultura-3(bc)	
8	Mesozóico	Médio, forte	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Aceitável, ruim	Úmido, subúmido	Média	Moderada, muito alta	Pastagem-4(p)	
9	Mesozóico	Forte, médio	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Bom, aceitável	Úmido, subúmido, seco	Boa	Moderada, muito alta	Pastagem-4(p)	
10	Paleozóico	Fraco, forte	Arenoso	Pastagem, fragmentos, cerrado	Aceitável, bom	Seco, subúmido	Ruim	Muito alta, moderada	Pastagem-4(p), agricultura-2(b)c	
11	Paleozóico	Forte, médio	Arenoso, argiloso	Pastagem, fragmentos	Bom, aceitável	Subúmido, seco, úmido	Ruim	Moderada, muito alta	Pastagem-4(p), agricultura-2(b)c, 2ab(c)	
12	Paleozóico	Médio	Arenoso, argiloso	Pastagem, transição	Aceitável	Subúmido, úmido	Média	Muito alta, moderada	Conservação, agricultura-2(b)c, 3(bc)	
13	Cenozóico	Fraco	Argiloso	Soja/milho, fragmentos	Aceitável, ruim, bom	Úmido, subúmido	Ruim	Moderada, alta	Agricultura-2(b)c	
14	Cenozóico	Fraco	Argiloso	Soja/milho, fragmentos	Bom, ruim, aceitável	Úmido	Média	Moderada, alta	Agricultura-2(b)c	

Obs.: Quando aparecem mais de uma característica, a primeira é a predominante.

Tabela 60. Caracterização das sete zonas obtidas no zoneamento ambiental por sobreposição.

Zona	Composição predominante das zonas							Dimensão sócio-econômica	Fragilidade	Vocação
	Geologia	Relevo	Solo	Vegetação	IQA	Clima	Vegetação			
1	Mesozóico	Forte, médio	Arenoso	Transição, pastagem	Bom	Úmido, subúmido	Boa	Muito alta, moderada	Pastagem-4(p), conservação	
2	Mesozóico	Médio, fraco	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Acetilável, bom, ruim	Subúmido, seco, úmido	Ruim	Muito alta, alta	Pastagem-4(p)	
3	Mesozóico	Forte, médio	Arenoso	Pastagem, transição	Bom, aceitável	Úmido, subúmido, seco	Boa	Muito alta, alta	Pastagem-4(p), conservação	
4	Mesozóico	Forte, médio	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Acetilável, ruim, bom	Subúmido, úmido, seco	Ruim	Moderada, muito alta	Pastagem-4p, 4(p), agricultura-3(bc)	
5	Mesozóico	Médio, forte	Arenoso	Pastagem, fragmentos	Acetilável, ruim	Úmido, subúmido	Média	Moderada, muito alta	Pastagem-4(p)	
6	Paleozóico	Forte, médio	Arenoso, argiloso	Pastagem, fragmentos, cerrado	Bom, aceitável	Subúmido, seco, úmido	Ruim	Moderada, muito alta	Pastagem-4(p), agricultura-2(b)c, 2ab(c)	
7	Cenozóico	Fraco	Argiloso	Soja/milho, fragmentos	Bom, ruim, aceitável	Úmido, subúmido	Média	Moderada, alta	Agricultura-2(b)c	

Obs.: Quando aparecem mais de uma característica, a primeira é a predominante.

Conclusões e direções futuras

Não é objetivo deste livro apontar o melhor método de zoneamento, mas mostrar as suas vantagens e desvantagens de forma a orientar o pesquisador a optar por um deles. Tais considerações encontram-se na Tabela 61.

A aplicação do modelo P-E-R permite apresentar de forma clara e sintética os indicadores ambientais de pressão, estado e reposta, identificados na bacia, facilitando a compreensão, a interpretação e a tomada de decisão por parte dos planejadores.

A integração das informações ambientais utilizando a análise de agrupamento e a análise de correspondência constitui-se numa estratégia metodológica alternativa para elaboração de zoneamento ambiental ou outro tipo de agrupamento.

A aplicação da análise multivariada integrando informações biofísicas e socioeconômicas, associada a um Sistema de Informações Geográficas de fácil manejo e baixo custo, permite aprimorar a execução de diagnósticos e identificação de unidades de zoneamento assim como, auxiliar na tomada de decisão em planejamento ambiental.

Essa estratégia metodológica é essencialmente quantitativa e de fácil repetição, garantida pela robustez do método estatístico, cujas etapas de análise são claramente explicitadas.

A análise permite ressaltar e hierarquizar os agrupamentos homogêneos dentro da região estudada, bem como identificar a heterogeneidade interna e as variáveis determinantes na formação de cada agrupamento, subsidiando objetivamente o tomador de decisão em planejamento ambiental.

Um grande volume de dados pode ser analisado concomitantemente e, o fato de a análise de correspondência analisar cada variável com relação a todas as outras e com ela mesma aumenta consideravelmente a capacidade de análise integrada do meio ambiente, ressaltando as similaridades ou dissimilaridades não perceptíveis a olho nu.

Permite a formação de novos agrupamentos dentro de uma zona homogênea e fornece ao planejador as variáveis mais heterogêneas dentro da zona, o que permite a definição de diretrizes específicas.

Algumas deficiências (conversão de dados, processamento etc) foram identificadas no decorrer da pesquisa, cuja otimização pode ser alcançada pela execução das sugestões abaixo:

Implementar no SPRING as funções para conversão da grade regular em arquivos ASCII (GRD2SAS.EXE) que permitam análise de agrupamento no SAS ou outro software estatístico.

Implementar no SPRING as funções para conversão dos resultados dos agrupamentos da análise estatística para grade regular (SAS2GRD.EXE).

Implementar no SPRING as funções para comparação da concordância entre mapas, tais como o teste de Kappa, quando os mapas contêm o mesmo número de classes e o teste de Cramer V, quando os mapas contêm números de classes diferentes.

Tabela 61. Considerações sobre os métodos de zoneamento aplicados.

Zoneamento com análise multivariada	Zoneamento por sobreposição
Possui caráter quantitativo.	Possui caráter qualitativo.
Possui uma distância métrica de associação entre as variáveis.	Não possui medida de associação entre as variáveis.
A formação do número de agrupamentos é determinada claramente pelo coeficiente de correlação múltipla quadrada (R^2).	A formação dos agrupamentos é obtida por sucessivas interseções e seus limites são determinados em função da experiência da equipe envolvida na pesquisa.
É de fácil repetição por outros pesquisadores, pois as regras são claras e os resultados não podem ser alterados.	A repetição nem sempre é fácil, pois as regras não são definidas claramente e o caráter qualitativo pode levar a outras interpretações pela equipe envolvida.
Não há restrição no número de indicadores analisados para a formação dos agrupamentos, mas depende da performance do equipamento utilizado.	Geralmente os indicadores são sobrepostos dois a dois para facilitar a interpretação, pois o excessivo número de classes geradas dificulta a interpretação.
Não há necessidade de redução do número de variáveis de cada indicador.	Sempre será necessário trabalhar com poucas variáveis, pois sua interpretação posterior torna-se demasiada complexa.
Em cada agrupamento formado obtém-se a sua inércia ou heterogeneidade interna.	A heterogeneidade pode ser interpretada pela equipe, mas é um trabalho complexo a partir da sobreposição e raramente feito nos zoneamentos já efetuados.
Em cada agrupamento formado obtém-se a massa ou peso de cada variável.	Não é obtida.
Em cada agrupamento formado obtém-se a inércia ou variabilidade de cada variável.	Não é obtida.
As variáveis mais importantes ou de maior contribuição para formação de cada agrupamento são automaticamente identificadas na análise estatística, direcionando melhor as alternativas para cada zona.	Não são identificadas de imediato, mas podem ser encontradas analisando-se os indicadores envolvidos na formação do agrupamento, e raramente são realizadas em zoneamentos.
As n dimensões envolvidas na formação dos agrupamentos podem ser reduzidas a um gráfico bi-dimensional identificando as variáveis similares e as dissimilares.	Não há esta possibilidade.
Exige um razoável conhecimento em estatística.	Exige pouco ou nenhum conhecimento em estatística
Todas as etapas podem ser realizadas em softwares adequados (SIGs).	A maior parte das etapas pode ser realizada em softwares adequados (SIGs).

Avaliar essa estratégia metodológica em outros tipos de recorte da superfície terrestre, como por exemplo, cartas de mapeamento sistemático 1:250.000 ou 1:100.000, a fim de analisar se há continuidade nas delimitações dos agrupamentos com as áreas vizinhas.

Diretrizes para desenvolvimento

- Incentivar a modernização da pecuária de corte nos estabelecimentos rurais;
- asfaltar as principais vias de acesso e circulação da bacia;
- ampliar a rede de estações agroclimatológicas da bacia, a fim de melhorar a distribuição de coleta de dados e possibilitar maior conhecimento sobre o clima regional.

Diretrizes para conservação

- Criar mecanismos para os proprietários rurais conservarem as áreas de ecótonos;
- criar áreas protegidas para remanescentes da fauna e da flora;
- melhorar a fiscalização a fim de inibir os transgressores referentes à caça furtiva, desmatamento de encostas e da mata ciliar e, drenagem de áreas úmidas, tais como veredas de buritis e nascentes de cursos d'água;
- melhorar as obras de engenharia na construção de estradas.

Diretrizes para preservação

- Incentivar os produtores rurais a adotarem o manual de boas práticas agropecuárias, orientando-os para a não retirada da Mata Ciliar e o não desmatamento das encostas de morros, previstos em lei.

Diretrizes para recuperação

- Vedar as áreas de voçorocas, efetuar obras de engenharia e revegetá-las com espécies locais;
- Recuperar as estradas;
- Replântio das matas ciliares já suprimidas;
- Recomposição das matas ciliares alteradas.

Referências

AGÊNCIA ESTADUAL DE GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS DE MATO GROSSO DO SUL. **Mapa político rodoviário 2001**. Campo Grande, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Precipitação pluviométrica**: HidroWeb. 2003. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> . Acesso em: 10 maio. 2010.

AGUIAR, E. A. de. **Planejamento ambiental como instrumento à prevenção de doenças infecto-contagiosas e parasitárias**: estudo de caso: Paulínia. 1995. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

ALMEIDA, J. R. de; ORSOLON, A. M.; MALHEIROS, T. M.; PEREIRA, S. R. de B.; AMARAL, F.; SILVA, D. M. (Coord.). **Planejamento Ambiental**: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio. Rio de Janeiro: Thex Ed.: Biblioteca Estácio de Sá, 1993. 176 p.

ALZINA, R. B. **Introducción conceptual al análisis multivariable**; um enfoque informático com los paquetes SPSS, BMDP, LISREL Y SPAD. Barcelona: PPU, 1989. v. 2, p. 399-808.

ANDERBERG, M. R. **Cluster Analysis for applications**. New York: Academic Press, 1973. 353 p. (Probability and Mathematical Statistics, 19).

ANDREOLI, C. V.; BRITO, E. do N.; FERNANDES, F.; VEROCAI, I. Proposta preliminar de abordagem metodológica para análise de estudo de impactos ambientais. In: **MANUAL de avaliação de impactos ambientais**. 3. ed. Curitiba: SEMA:IAP: GTZ, 1999. 16 p. Suplemento 3.

BALLESTER, M. R. V.; SANTOS, J. E.; FERESIN, E. G.; OBARA, A. A.; KRUSCHE, A. V.; BARROSO, G. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; PIRES, J. S. R.; MOZETO, A. A.; CAVALHEIRO, F.; MARGARIDO, L. A. C.; GENTIL, J. G. Desenvolvimento planejado (utilização do solo) da Estação Ecológica de Jataí. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **Oecologia brasiliensis**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1995. v. 1, p. 511-522.

- BANDUCCI JÚNIOR, Á.; BRUM, E. Culturas regionais. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: MMA, 1997. v. 2, t. 5-B, p. 819-855. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.
- BARRETO, M. **Planejamento e organização em turismo**. 5. ed. Campinas: Papyrus, 2000. 101 p. (Coleção turismo).
- BECERRA, J. A. B. **Zoneamento ecológico visando pastejo de comunidades vegetais das montanhas andinas, do Parque Nacional del Manu, Peru**. 1999. 58 p. Dissertação (Mestrado na área de ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1997. 43 p.
- BENZÉCRI, J. P. **Correspondence analysis handbook**. New York: Marcel Decker, 1992. 665 p. (Statistics: Textbooks and monographs).
- BILLAUD, J. P. Agricultura sustentável nos países desenvolvidos: conceito aceito e incerto. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v. 2, n. 2, p. 23-33, jul/dez. 1995.
- BLOWERS, A. (Ed.). **Planning for a sustainable environment**; a report by the town and country planning association. Londres: TCPA/Earthscan, 1996. 241 p.
- BOJÓRQUEZ-TAPIA, L. A.; ONGAY-DELHUMEAU, E.; EZCURRA, E. Multivariate approach for suitability assessment and environmental conflict resolution. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 41, p. 187-198, 1994.
- BONELLI, R. **Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil**: revolução invisível e inclusão social. 2003. 42 p. (IPEA. Texto para discussão, 838). Relatório de pesquisa realizado para a Embrapa. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/novidade/eventos/simpacto/bonelli.htm>>. Acesso em: 10 maio 2010
- BORGES, C.; WERLE, H. J. S.; ROSA, D. B.; PAIVA, D. José de; MORAES, E. P. de; SILVA, L. B. S. M. e. Geomorfologia. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, 1997a. v.2, t. 1, p.77-126. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio físico.
- BORGES, A.; SEMMELMAN, F.; BORDAS, M. LOPES, M. S. Fluviomorfologia. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997b. v. 2, t. 2-A, p. 319-394. Subcomponente Pantanal. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai.
- BRASIL. Lei nº 7661, de 16 de maio de 1988. Dispõe sobre o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF 18 maio 1988.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Proposta metodológica para estudos integrados do potencial geoambiental em escalas de semidetalhe**. [S. l.], 1984. 16 p. Projeto Radambrasil - Grupo de Estudos Integrados, coordenado por Teresa Cardoso da Silva.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Programa zoneamento ecológico-econômico**: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil. Brasília, DF, 2001. 110 p.
- BRASIL. Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Áreas de Proteção Ambiental. **Caracterização e diretrizes de uso da APA do Rio São Bartolomeu**, na escala de 1:100.000. 2. ed. Brasília, DF, 1988. v. 1. 53 p.
- BRUNINI, O.; ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A. P.; PATERNIANI, M. E. Z. Riscos climáticos para a cultura de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001. Número especial.

CADAVID GARCÍA, E. A. Aspecto da organização agrária no Pantanal Mato-grossense. **Revista de Economia Rural**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 429-442, out./dez. 1986.

_____. **Zoneamento agroecológico e sócio-econômico da Bacia Hidrográfica Brasileira do Rio Paraguai**: uma abordagem numérica preliminar (documento para discussão). Corumbá: Embrapa - CPAP, 1991. 65 p.

CADAVID GARCIA, E. A.; CASTRO, L. H. Análise da frequência de chuva no Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 9, p. 909-925, set. 1986.

CALVO, J. F.; PALAZÓN, J. A.; ESTEVE, M. A.; SUÁREZ, M. L.; TORRES, A.; VIDAL-ABARCA, M. R.; RAMÍREZ-DIAS, L. The use of multivariate analysis for the ecological characterization of Landscape: the Mula River Watershed, South-east Spain. **Journal of Environmental Management**, v. 34, p. 297-308, 1992.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996a. 197 p. il.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M. de; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Journal Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, May/Jun. 1996b.

CAMPELO JÚNIOR, J. H.; SANDANIELO, A.; CANEPPELE, C.; PRIANTE FILHO, N.; MUSIS, C.R. de; SORIANO, B. M. de A. Climatologia. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 1, p. 309-349. Sub-componente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio físico.

CARVALHO, J. R. P.; VIEIRA, S. R.; MORAN, R. C. de C. P. Análise de correspondência - uma ferramenta útil na interpretação de mapas de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 435-443, abr./jun. 2002.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, 1994. 372 p.

CATELLA, A. C.; NASCIMENTO, F. L.; MORAES, A. S. de; RESENDE, E. K. de; CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. de; PALMEIRA, S. da S. Ictiofauna. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 3, p. 349-434. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio físico.

CATELLA, A. C.; ALBUQUERQUE, F. F. de; CAMPOS, F. L. de R. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul SCPECA/MS - 1998**. Corumbá: Embrapa Pantanal: SEMACT-FEMAP, 2001. 72 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de pesquisa, 22).

CAUBET, C. G.; FRANK, B. **Manejo ambiental em Bacia Hidrográfica**: o caso do rio Benedito (Projeto Itajaí I). Das reflexões teóricas às necessidades concretas. Florianópolis: Fundação Água Viva, 1993. 52 p.

CHAGAS, C. da S.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; PEREIRA, N. R.; BHERING, S. B.; STEINMETZ, S. Um método para elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos: estudo de caso do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 571-580, 2001. Numero especial.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 415-440.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236 p.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R.T. Further evidence of changes in the hydrological regime of the River Paraguay: part of a wider phenomenon of climate change? **Journal of Hydrology**, n. 245, p. 218-238, 2001.

CONGALTON, R. G.; ODERWALD, R. G.; MEAD, R. A. Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Maryland, v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1983.

CONYERS, D.; HILLS, P. **An introduction to development planning in the third world**. Fort William, Scotland: J. Wiley, 1984. 271 p. (Public administration in developing countries).

CORDEIRO, C. N. H.; GUHUR, J. V.M. Educação na Bacia do Alto Paraguai. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 5-A, p. 497-527. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.

COULSON, R. N.; NOVELADY, C. L.; FLAMM, R. O.; SPRADING, S. L.; SAUNDERS, M. C. Intelligent geographic information systems for natural resource management. In: TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. (Ed.). **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer-Verlag. 1991. p. 153-171.

COUTINHO, M.; CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. de M.; MAURO, R. de A.; GORDO, M.; STRÜSMANN, C.; CINTRA, R.; DALPONTE, J. Aspectos ecológicos dos vertebrados terrestres e semi-aquáticos no Pantanal. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 3, p. 195-348. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio físico.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. B. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 101 p.

DORNEY, R. S. (Ed.). **The professional practice of environmental management**. New York: Springer-Verlag, 1989. 228 p.

EASTMAN, J. R. **IDRISI 32: Guide to GIS and image processing**. Workcester: Clark Labs, v. 1, 1999. 193 p.

ESCALANTE, M. J. **Guia arqueologica Bolivia**. La Paz, Bolívia: Cima, 1994. 28 p.

EVERITT, B. S. **Cluster Analysis**. 3rd ed. London: Arnold, 1995. 170 p.

FAO. **Directrices sobre la planificación del aprovechamiento de la tierra**. Roma: FAO, 80 p., 1994.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R. de; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTO, C.; EUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001. Número especial.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128 p.

FIGUEIREDO, L. F. (Org.). **Livro vermelho das espécies de aves ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo**. São Paulo: USP, Centro de Estudos Ornitológicos. 2003. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/ceo/ameac/livrover.htm>>. Acesso em: 30 maio 2003.

FONTES, A. T. **Aspectos do macrozoneamento utilizando SIG enquanto instrumento de gestão ambiental: diagnósticos e cenários regionais no estudo de caso da região de Ribeirão Preto**. 1997. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: J. Wiley, 1986. 620 p.

FRANCIS, C. Agroecosistemas que soportan una mayor intensificación. In: PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR. **Recuperación y manejo de ecosistemas degradados**. Montevideo: IICA. Montevideo, 1998. p. 85-93. (Procisur. Dialogo, 49).

- FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2. ed. São Paulo: AnnaBlume: FAPESP, 2001. 296 p.
- FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO ENSINO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. **Análise de técnicas de avaliação de impacto ambiental em áreas alagáveis: Pantanal - um estudo de caso**. 207 p. 2003. (Relatório técnico do projeto de pesquisa 234/00).
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Definição e metodologia de cálculo dos indicadores e índices de desenvolvimento humano e condições de vida**. Belo Horizonte: FJP:IPEA, 1998. 79 p. (Texto digital recebido da pesquisadora Mônica Gallupo da FJP).
- _____. **Índice de desenvolvimento humano dos municípios brasileiros - IDH**. Belo Horizonte: FJP:IPEA:PNUD, 2003. Disponível em: <www.fjp.gov.br>. Acesso em: 09 maio 2010.
- GALDINO, S.; RISSO, A.; SORIANO, B. M. A.; IEIRA, L. M.; PADOVANI, C. R.; MELO, E. C.; ALMEIDA JUNIOR, N. **Perda de solo na Bacia do Alto Taquari**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 40 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 44).
- GALLOPIN, G. C. Uma metodologia multivariable para la regionalizacion ambiental - I. bases metodológicas. **Ecologia Argentina**, n. 7, p. 161-176, set.1982.
- GARCÍA-HUIDOBRO, V. R. Zonas agrícolas degradadas en una economía globalizada. In: PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESAROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR. **Recuperación y manejo de ecosistemas degradados**. Montevideo: IICA, 1998. p. 81-84. (Procisur. Dialogo, 49).
- GARMS, A.; ALEGRE, M.; CAMPANÁRIO, P. R.; MAIA, P. Dinâmica demográfica. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997a. v. 2, t. 5-A, p. 67-172. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.
- GARMS, A.; ALEGRE, M.; GONÇALVES, H. C.; MARIANI, M. P. Turismo. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997b. v. 2, t. 5-B, p. 619-714. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.
- GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da. **A demanda de terra para reforma agrária no Brasil**. 2003. Disponível em: <<http://www.gipaf.cnptia.embrapa.br/itens/publ/sober/trab174.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2003.
- GÓMEZ OREA, D. **Evaluación de impacto ambiental**. 2nd ed. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1994. 259 p.
- _____. **Planificación rural**. Madrid: Editorial Agrícola Española e Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1992. 396 p.
- GORDON, A. D. **Classification**. London: Chapman and Hall, 1981. 193 p.
- GREENACRE, M. J. **Theory and applications of correspondence analysis**. London: Academic Press, 1984. 364 p.
- GRIFFITH, C. Zoneamento: uma análise crítica. **Ambiente**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 20-25, 1989.
- GRIFFITH, J. J.; JUCKSCH, I.; DIAS, L. E. **Roteiro metodológico para zoneamento de áreas de proteção ambiental**. Viçosa: UFV/IBAMA/PNMA, 1995. 37 p. (Projeto BRA/90/010, Documento Final), 1995.
- GUIMARÃES, R. P. **Fundamentos territoriales y biorregionales de la planificación**. Santiago de Chile: CEPAL, 2001. 83 p. (Série Médio ambiente y desarrollo, 39).
- HOFFMAN, R. Desigualdade e pobreza no Brasil no período 1979-90. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 2, p. 277-294, abr./jun 1995.

- _____. **Distribuição de renda:** medidas de desigualdade e pobreza. São Paulo: Edusp. 1998. (Acadêmica, 22).
- _____. Estimção da desigualdade dentro de extratos no cálculo do índice de Gini e da redundância. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 719-738, dez. 1979.
- IAPAR. **Informações técnicas.** 1995. Disponível em: <<http://200.201.27.14/noticias-index/gini1995.html>>. Acesso em: 11 mar. 2011.
- IBAMA. **Lista de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção:** unidades da federação - MS e MT. 2003. Disponível em: <<http://www.meioambiente.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 30 maio 2003.
- IBGE. **Censo demográfico 2000:** características da população e dos domicílios, resultados do universo, Rio de Janeiro, 2001a. 520 p.
- _____. **Censo demográfico 2000:** primeiros resultados da amostra, Rio de Janeiro, 2002. 1 CD-ROM.
- _____. **Censo agropecuário:** Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1975. 357 p. (IBGE. VIII Recenseamento Geral - 1970. Série Regional, v. 3, t. 22).
- _____. **Censo Agropecuário:** Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1991. 324 p. (IBGE. Censos Econômicos - 1985. Série Regional, t. 26).
- _____. **Censo agropecuário:** Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1979a. 258 p. (IBGE. Censos Econômicos - 1975. Série Regional, v. 1, t. 22).
- _____. **Censo Agropecuário:** Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro, 1979b. 402 p. (IBGE. Censos Econômicos 1975. Série Regional, v. 1, t. 21).
- _____. **Censo Agropecuário:** Mato Grosso, Rio de Janeiro, 1998a. 231 p. (IBGE. Censos Econômicos - 1995-1996. Série Regional, 24).
- _____. **Censo Agropecuário:** Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, 1998b. 207 p. (IBGE. Censos Econômicos - 1995-1996. Série Regional, 23).
- _____. **Censo Agropecuário:** Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro, 1983a. 403 p. (IBGE. IX Recenseamento Geral do Brasil - 1980. Série Regional, v. 2, t. 3, n. 24).
- _____. **Censo Agropecuário:** Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro, 1983b. 460 p. (IBGE. IX Recenseamento Geral do Brasil - 1980. Série regional, v. 2, t. 3, n. 23).
- _____. **Censo agropecuário:** Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro, 1990. 392 p. (IBGE. Censos Econômicos - 1985. Série Regional, 25).
- _____. **Cidades@.** Rio de Janeiro. 2003a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 abr. 2010.
- _____. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 1992. 92 p.
- _____. **Perfil de informações municipais - 2001.** 2003b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/perfil/index.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2003.
- _____. **Perfil dos Municípios Brasileiros:** pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro, 2001b. 1 CD-ROM.
- INPE. **Introdução ao SPRING.** 2003. <<http://www.dpi.inpe.br/spring>>. Acesso em: abr. 2010.
- JOHNSTON, R. J. **Multivariate Statistical Analysis in Geography;** A primer on the general linear model. 4 ed., New York: Longman Inc., 280 p., 1989.

- KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 182 p.
- KURKDJIAN, M. de L. N. de O.; VALÉRIO FILHO, M.; VENEZIANI, P.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; ANJOS, C. E. dos; OHARA, T.; DONZELI, P. L.; ABDON, M. de M.; SAUSEN, T. M.; PINTO, S. dos A. F.; BERTOLDO, M. A.; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M. **Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 1992. 176 p.
- LAACK, P. J. A. van de. A framework for sustainable regional planning. In: INTERNATIONAL WORKSHOP, 1992, Wageningen. **Sustainable land use planning: proceedings**. Wageningen: Elsevier, 1994. p. 303-314.
- LANGRAND, C. Análises fatoriais: métodos de classificação. In: SEMINÁRIO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS APLICADOS ÀS CIÊNCIAS HUMANAS, São Carlos, 1996. **Notas de curso**. São Carlos, SP: UFSCar, ULB, 1996. 56 p.
- LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995. 171p. il. (Coleção meio ambiente).
- LEAD. Livestock Environment And Development. **Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators**. Disponível em: <<http://lead.virtualcenter.org/es/dec/toolbox/refer/envindi.htm>>. Acesso em: 6 mar. 2003.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**; second english edition. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 853 p. (Developments in Environmental Modelling, 20). 1998.
- LIER, H. N. van. Land use planning in perspective of sustainability: an introduction. In: INTERNATIONAL WORKSHOP, 1992, Wageningen. **Sustainable land use planning: proceedings**. Wageningen, The Netherlands. Wageningen: Elsevier, 1994.
- LONGO, J. D. da M.; CECONELO, L. A.; MELO R. L. de. Saneamento Básico. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 5-A, p. 457-496. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.
- LOPEZ DE PABLO, C. Cartografia ecológica: conceptos e procedimientos para la representación espacial de ecosistemas. **Boletín da Real Sociedad Española del a História Natural (Sec. Geol.)**, Madri, v. 96, n. 1-2, p. 57-68, 2000.
- LOPEZ DE PABLO, C.; DIAZ PINEDA, F. Análisis multivariante del territorio para su cartografía ecológica. Ensayo preliminar en la provincia de Madrid. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense**, Madri, n. 5, p. 236-260, 1985.
- LOPEZ DE PABLO, C.; AGAR, P. M. de; BARTUREN, R.; NICOLAS, J. P.; DIAZ PINEDA, F. Design of a Information System for Environmental Planning and Management (SIPA). **Journal of Environmental Management**, v. 40, p. 231-243, 1994.
- LOPEZ DE PABLO, C.; DIAZ PINEDA; AGAR VALVERDE, P. M. de. Bases teóricas de la cartografía ecológica. **Quercus**, Madri, p. 32-35, jun. 1993.
- LOPEZ DE PABLO, C; GOMEZ SAL, A.; DIAZ PINEDA, F. Élaboration automatique d'une cartographie écologique et son évaluation avec des paramètres de la théorie de l'information. **L'Espace Géographique**, Paris, n. 2, p. 115-128, 1987.
- LUZ, B. R. da. **Zoneamento Ecológico do Parque das Furnas do Bom Jesus, em Pedregulho - SP, usando sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica (SIG)**. 2000. 70 p. Dissertação (Mestrado em ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MAGNUSSON, W. E. Estatística, delineamento e projetos integrados: a falta de coerência no ensino e na prática. **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, ano 3, n. 1, p. 37-40, 1999.

MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R. da; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; CAIAFFO, M. R. **Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 468-476, dez. 2001. Número especial.

MANUAL de avaliação de impactos ambientais. 3. ed. Curitiba: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Ambiental do Paraná, 1999. Suplemento 3.

MARQUES, I. A.; GABRIANI, C. R. Trabalho. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul, v. 2, t. V-A, p. 261-326.

MARTIN DE AGAR, P.; LOPEZ DE PABLO, C.; DIAZ PINEDA, F. Mapping the ecological structure of a territory: a case study in Madrid (Central Spain). **Environmental Management**, New York, v. 19, n. 3, p. 345-357, May/Jun. 1995.

MARTORANO, L. G.; GALDINO, S.; D'AGOSTINI, L. R.; PONCE, S. A.; HERNANI, L. C.; CUPERTINO, J. L.; COSTA, C. A. da; VIEIRA, L. M.; ROSSO, J.; COSTA, A. R. C.; RAMALHO FILHO, A.; COUTINHO, H. L. da C. **Índice de desempenho ambiental na Bacia do Alto Taquari, MS: aspectos metodológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 30 p. (Embrapa Solos. Documentos, 34).

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral de MT. **Estatísticas municipais**. 2003. <www.seplan.mt.gov.br>. Acesso 15 abr. 2003.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água das Sub-bacias dos Rios Miranda, Taquari e Imbiruçu**. Campo Grande: Ruy Barbosa, 74 p. 1995.

_____. **Relatório de qualidade das águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai - 1997-1998**. Campo Grande: Teassul & Multigraf Fotolito, 1999. 130 p.

_____. **Relatório de qualidade das águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai - 1996**. Campo Grande: Printty Work & Teassul, 2000. 105 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento. **Atlas multirreferencial**. Campo Grande, 1990. 28 p.

_____. **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 242 p. 1989.

_____. **Municípios de MS**. 2003. Disponível em: <www.ipplan.ms.gov.br>. Acesso em: fev. de 2003.

MEDEIROS, J. S. de. **Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. 1999. 236 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MEIRA, A. R. **Estudo das variáveis associadas ao estado de manutenção e a satisfação dos moradores de condomínios residenciais**. 2002. 286 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MEIRELLES, M. S. P. **Análise integrada do ambiente através de geoprocessamento: uma proposta metodológica para elaboração de zoneamentos**. 1997. 191 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MEIRELLES, M. S. P.; BECKER, B.; EGLER, C.; MIRANDA, M.; BRAGANÇA, P. C. O. e; SANTOS, U. P. dos; CAMPOS, M. L. **Metodologia para elaboração do zoneamento ecológico-econômico em áreas com grande influência antrópica**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. (Embrapa Solos. Circular técnica, 4). 1 CD-ROM.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Rio Claro, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, Dez. 2001. <<http://www.biotaneotropica.org.br>>. Acesso em: 10 maio 2010.

MOLDES TEO, F. J. **Tecnología de los sistemas de información geográfica**. Madri: Ra-ma, 1995. 190 p.

- MORAIN, S. (Ed.). **GIS solutions in natural resource management**: balancing the Technical-Political Equation. Santa Fé: OnWord Press, 1999. 364 p.
- MORELLI, S. L. **Legislação ambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. 2. ed. Campo Grande: SEMACT, 2001. 544 p.
- MOREIRA, H. L. (Coord.) **Zoneamento geoambiental e agroecológico do Estado de Goiás**: região nordeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 178 p. (Estudos e pesquisa em geociências, n. 3).
- MOREIRA, I. V. D. Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA). (seção 3100, 35 p.). In: MANUAL de avaliação de impactos ambientais. 3. ed. Curitiba: SEMA/IAP/GTZ, set. 1999. Suplemento 3.
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape ecology**: theory and application. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1994. 360 p.
- OECD. **Core set of indicators for environmental performance reviews**: a synthesis report by the Group on the State of the Environment, Paris, 1993. 39 p. (OECD. Environment Monographes, 83).
- OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Transporte de nutrientes e sólidos suspensos na bacia do rio Taquari (Mato Grosso do Sul). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 35-45, 1998.
- ONELLI, R. **Impactos econômicos e sociais de longo prazo da expansão agropecuária no Brasil**: revolução invisível e inclusão social. 2001. Relatório de pesquisa realizado para a Embrapa. Disponível em: <www.ipea.gov.br/pub/td/2001/td_0838.pdf>. Acesso em: 2 maio 2011.
- PADOVANI, C. R.; CARVALHO, N. O.; GALDINO, S.; VIEIRA, L. M. Deposição de Sedimentos e Perda de Água do Rio Taquari no Pantanal. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 3, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte:ABRH, 1998. p. 127-134.
- PAIVA, L.A.; PEIXER, J.; OLIVEIRA, M. C. de. Administração pública. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997a. v. 2, t. 7, p. 61-156. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos Aspectos Jurídicos e Institucionais de Mato Grosso do Sul.
- _____. Organizações da sociedade civil. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997b. v. 2, t. 7, p. 157-184. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos Aspectos Jurídicos e Institucionais de Mato Grosso do Sul.
- PAIXÃO, M. Desenvolvimento humano e as desigualdades étnicas no Brasil: um retrato de final de século. **Proposta**, n. 86, p. 30-52, set./nov. 2000. 25 p. Disponível em: <http://www.fase.org.br/novaaboliconista/Os%20Indicadores%20de%20Desenvolvimento%20Humano.doc>. Acesso em: 10 maio 2010.
- PEDREIRA, B. da C. C. G. **Planejamentos ambientais e apropriação de escalas para mapeamentos de cobertura vegetal**. 1998. 135 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PEDREIRA, B. C. C. G.; SANTOS, R. F. Sensores remotos, escalas geográficas e análises espaciais orientados a planejamentos ambientais em áreas florestais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 81-96, 2003.
- PEIXER, J.; PAIVA, L.A.; OLIVEIRA, M. C. de; TORRECILHA, S. Aspectos legais. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 7, p. 1-60. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos Aspectos Jurídicos e Institucionais de Mato Grosso do Sul.
- PEREIRA, J. C. R. análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 157 p.

PIVELLO, V. R.; BITENCOURT, M. D.; MANTOVANI, W.; MESQUITA JÚNIOR, H. N. De; BATALHA, M. A.; SHIDA, C. N. Proposta de zoneamento ecológico para a reserva de cerrado Pé-de-gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP). **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, ano 2, n. 2, p. 108-118, 1998.

POTT, A.; SILVA, J. dos S. Vila da; ABDON, M. de M.; POTT, V. J.; RODRIGUES, L. M.; SALIS, S. M. de; HATSCHBACH, G. G. Vegetação. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, MMA, 1997. v. 2, t. 3, p. 1-194. Subcomponete Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio biótico.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Desenvolvimento humano e condições de vida**: indicadores brasileiros. Brasília, 1998. 140 p. Acompanha 1 CD-ROM: Atlas do desenvolvimento humano no Brasil, nº 007/2003. (Coleção desenvolvimento humano).

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Novo atlas do desenvolvimento humano no Brasil**: entenda o cálculo do IDH municipal (IDH-M) e saiba quais os indicadores usados. 2003. 4 p. Disponível em: <<http://www.undp.org.br>>. Acesso em: 9 abr. 2003.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP)**: metodologia do plano de conservação para a bacia do Alto Paraguai. Brasília, DF, 1997a. v. 1, 76 p. Projeto Pantanal.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP)**: análise integrada e prognóstico da bacia do Alto Paraguai. Brasília, DF, 1997b. v. 3, 370 p. Projeto Pantanal.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD.22 Goiás**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, Secretaria-Geral, 1981. 636 p. (Levantamento de recursos naturais, v. 25). Acompanha 5 mapas. Programa de Integração Nacional.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, Secretaria-Geral, 1982. 448 p. (Levantamento de recursos naturais, v. 27). Acompanha 5 mapas. Programa Integração Nacional.

RANDOLF, J. **Environmental land use planning and management**. Island Press, 2004, 704 p.

RANIERI, V. E. L. **Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental**: o caso do município de Descalvado (SP). 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RAVAZZANI, C. **Fauna do Pantanal**. 2003. Disponível em: <<http://geocities.yahoo.com.br/serraverde/pantanal/fauna.html>>. Acesso em: 30 maio 2003.

REBÊLO JÚNIOR, M. Aspectos econômicos. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP)**. Brasília, DF: MMA, 1997. v. 2, t. 5-B, p. 529-618. Subcomponete Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de A. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIPPLE, W. J. (Ed.). **The GIS applications book**: examples in natural resources: a compendium. Maryland: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1994. 380 p.

RISSO, A. Geomorfometria. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, 1997. v. 2, t. II-A, p. 15-30. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai. Projeto Pantanal.

RISSO, A.; BORDAS, M.; BORGES, A. L. Produção de Sedimentos. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF, 1997. v. 2, t. III-A, p. 281-318. Hidrossedimentologia do Alto Paraguai. Projeto Pantanal.

- RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Macrozoneamento Florístico da Área de Proteção Ambiental APA - Guaraqueçaba**. Curitiba: FUPEF, 53 p. (FUPEF - Série Técnica, 15). 1988.
- RODRIGUEZ-BACHILLER, A. Geographical information systems and expert systems for impact assessment: part I: GIS. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, Oxford, UK, v. 2, n. 3, p. 369-414, Sept. 2000a.
- _____. Geographical information systems and expert systems for impact assessment: part II: expert systems and decision support systems. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, Oxford, UK, v. 2, n. 3, p. 415-448, Sept. 2000b.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-Rimas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996. p. 291-336.
- ROSSETI, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 386-399, 2001. Número especial.
- SÁNCHEZ, R. O. **Bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal: Zoneamento Agroecológico**. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1991. 150 p. il.
- _____. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso: ordenamento ecológico-paisagístico do meio natural e rural**. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1992. 160 p.
- SÁNCHEZ, R. O.; SILVA, T. C. da. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. **Cad. Geoc.**, Rio de Janeiro, n. 14, p. 47-53, abr./jun.1995.
- SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro Oeste do Brasil e para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001. Número especial.
- SANTOS, J. E. dos; MOZETO, A. A. **Programa de Análise de ecossistemas e monitoramento ambiental: Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP). Ecologia de Áreas Alagáveis da Planície do rio Mogi Guaçu. (Projeto Jataí)**. São Carlos: PPG-ERN/UFSCar, mapas, gráficos, 1992. 59 p.
- SANTOS, R. D. dos; CARVALHO FILHO, A. de; NAIME, U. J.; OLIVEIRA, H. de; MOTTA, P. E. F. da; BARUQUI, A. M.; BARRETO, W. de O.; MELO, M. E. C. C. M.; PAULA, J. L. de; SANTOS, E. M. R. dos; DUARTE, M. N. Pedologia. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: MMA, 1997. v. 2, t. 1, p. 127-307. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio físico.
- SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental**. Campinas: FEC-UNICAMP, 1995. (Apostila da disciplina IC-755 Planejamento Ambiental).
- _____. **Planejamento ambiental - teoria e prática**. Campinas: Oficina de textos, 2004. 237 p.
- SANTOS, R. F. dos; CARVALHAIS, H. B.; PIRES, F. Planejamento Ambiental e Sistemas de Informações Geográficas. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v. 1, n. 2, artigo 2, 13 p. 1997. Disponível em: <<http://orion.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n2a2.html>>. Acesso em: 12 maio 2001.
- SANTOS, V. A.; LUQUE, A. P. de V. **Métodos multivariantes en bioestadística**. Madri: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, 1996. 452 p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Macrozoneamento do Litoral Norte: plano de gerenciamento costeiro**, São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1996. 202 p. il. (Secretaria do Meio Ambiente. Documentos)
- _____. **Macrozoneamento do complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia: plano de gerenciamento costeiro**. São Paulo: SMA, 1990. 41 p. (Série Documentos).

- _____. **Proposta de macrozoneamento do Vale do Ribeira**: relatório final. São Paulo. 1996. 86 p.
- SAS INSTITUTE. **User's Guide**. Version 8, Cary, NC: SAS Institute. (chapter 23 - The CLUSTER Procedure e chapter 24 - The CORRESP Procedure, p. 835-1011). 1999.
- SCARABELLO FILHO, S. **O artífice e a ferramenta**: a participação pública na gestão ambiental areas da Serra do Japi - Jundiaí/SP. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas.
- SCARABELLO FILHO, S.; SANTOS, R. F. Participação Pública e Planejamento Ambiental - proposta de um modelo para organização do diálogo. **Revista Interciência & Sociedade**, 2007.
- SEGNESTAM, L. Indicators of Environment and Sustainable Development: Theories and Practical Experience. Washington, DC: World Bank, 2002. 61 p. (Environmental Economics Series, 89).
- SEGNESTAM, L.; WINOGRAD, M.; FARROW, A. **Desarrollo de Indicadores: Lecciones Aprendidas de América Central**. Washington, DC: Banco Mundial; Cali: CIAT: PNUMA, 2000. 58 p.
- SEIFFER, N. F. O desafio da pesquisa ambiental, **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 103-122, set./dez. 1998.
- SILVA, S. C. da, ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 536-543, 2001. Número especial.
- SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas**: conceitos e fundamentos. Campinas: Unicamp, 236 p. (Coleção Livro-Texto), 1999.
- SILVA, J. dos S. V. da; MORAES, A. S.; SEIDL, A. F. **Evolução da Agropecuária no Pantanal Brasileiro 1975-1985**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 157 p., 2001.
- SILVA, J. dos S. V. da (Org.). **Zoneamento ambiental da Borda Oeste do Pantanal**: Maciço do Urucum e adjacências. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 211 p.il., (8 mapas), 2000.
- SKOPEK, V.; VACHAL, J.; STERBACEK, Z. A Method of Approach to Landscape Stability. Part 1: Fundamentals and Methodology. **Environmental Management**, New York, v. 15, n. 2, p. 205-214, 1991.
- SMITH, L. G. **Impact Assessment and Sustainable Resource Management**. New York: Longman Scientific Technical and John Wiley & Sons, 209 p., 1993.
- SOUZA, W. de. **Planejamento da rede viária e zoneamento em unidades de conservação, empregando um sistema de informações geográficas**. 89 p. Dissertação (Mestrado em planejamento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.
- STRASSET, G. Metodologia de avaliação de impactos ambientais: críticas e exigências. (seção 3110, 20 p.). In: MANUAL de avaliação de impactos ambientais. 3 ed. Suplemento 3 - Curitiba: SEMA/IAP/GTZ, set. 1999.
- SUDECO. **Estudos de desenvolvimento integrado da Bacia do Alto Paraguai**. Relatório de 1ª. fase. Brasília, DF, 1979, t. 2, 235 p.
- TEIXEIRA, O. T. Agricultura, meio ambiente e pesquisa interdisciplinar: alguns elementos para o debate. **Agricultura sustentável**, Jaguariúna, v. 2, n. 1, p. 31-37, 1995.
- TREDEZINI, C. A. de O.; LAURINO, A. A. A.; OLIVEIRA, G. M. de. Uso e ocupação da terra. In: n: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: MMA, 1997. v. 2, t. 5-A, p. 1-66. Subcomponente Pantanal. Sócio-economia da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul.
- TRINDADE, C. A. H.; TARAPANOFF, I.; POTIGUAR, L. A. T. Geologia. In: n: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: MMA, 1997. v. 2, t. 1, p. 1-71. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico; meio físico.

- TUCCI, C. E. M.; BORDAS, M. P.; RISSO, A.; GENZ, F.; LEÃO, M. I.; GREHS, S.; BORGES, A. L.; SEMMELMAN, F.; LOPES, M. S. **Hidrossedimentologia**. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP**. Brasília, DF: MMA, 1997. v. 2, t. 2A, 394 p. Subcomponente Pantanal. Diagnóstico dos meios físico e biótico.
- UN. United Nations Sustainable Development. **Indicators of sustainable development**. 1999. 10 p. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/spanish/introduc.htm>>. Acesso em: 6 jun. 2003.
- URBAN, D. L.; O'NEILL, R. V.; SHUGART, H. H. Landscape Ecology. **BioScience**, v. 37, n. 2, p. 119-127, Feb.1987.
- VIEIRA, L. M.; GALDINO, S.; PADOVANI, C. R. **Utilização de pesticidas na agropecuária dos municípios da bacia do Alto Taquari de 1988 a 1996 e risco de contaminação do Pantanal, MS, Brasil**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000. 53 p. (Embrapa Pantanal. Circular técnica, 28).
- WESTMAN, W. E. **Ecology, impact assessment, and environmental planning**. New York: J. Wiley, 1985. p. Cap. 1, p. 1-26.
- ZANONI, M.; RAYNAUT, C. Meio Ambiente e desenvolvimento: imperativos para a pesquisa e a formação? Reflexões em torno do doutorado da UFPR. **Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 1, p. 143-166, 1994.
- ZONNEVELD, I. S. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. **Landscape Ecology**, v. 3, n. 2, p. 67-86, 1989.
- ZUFFO, A. C.; SANTOS, R. F.; BARP, A. R. B. Conservação de recursos hídricos e atividade industrial : uma estratégia para avaliação dos conflitos e definição de cenários otimizados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2005. 1 CD-ROM.

Este livro pode ser bastante útil a pesquisadores, professores, gestores ambientais, tomadores de decisão e estudantes, entre outros.

Ele foi idealizado com o propósito de apresentar aos leitores uma proposta de zoneamento construída sobre uma base conceitual realística e relevante, que permitisse ligar a teoria sobre zoneamentos à prática de planejamento ambiental. Foi aplicada a proposta teórica na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari, no sentido de avaliar a sua eficácia e eficiência a partir de um sistema bastante complexo, muito impactado e extremamente importante para a conservação biológica, regulação hídrica e controle climático da região pantaneira.

Ao longo dos seus vários capítulos, observa-se o embasamento conceitual sobre planejamento e zoneamento ambiental, identificação de diferentes tipos de zoneamentos, importância da caracterização ambiental e da elaboração do diagnóstico e, a análise integrada dessas informações na definição de zonas homogêneas e especificações de diretrizes.

O uso de geotecnologias, fortemente amparado em sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto e, a aplicação de estatística multivariada, são os elementos que tornam essa abordagem de zoneamento diferente das demais. Permite mostrar que a medida métrica de associação entre variáveis de uma zona homogênea, também informa, o quanto de heterogeneidade interna existe nessa zona.

