MONITORAMENTO AMBIENTAL NOS PROJETOS AGRÍCOLAS DO PRODECER

Organizadores
Kazuhiro Yoshii
Amabílio J. A. de Camargo
Álvaro Luiz Orioli

JICA
AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO

Monitoramento Ambiental nos Projetos Agrícolas do Prodecer

JICA
AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO
INTERNACIONAL DO JAPÃO

Embrapa

CAMPO
Cia. de Promoção Agrícola

Monitoramento Ambiental nos Projetos Agrícolas do Prodecer

Organizadores

Kazuhiro Yoshii

Amabílio J. A. de Camargo

Álvaro Luiz Orioli

Planaltina, 2000

Copyright © Embrapa - 2000

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:
Embrapa Cerrados
BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73301-970 - Planaltina, DF
Telefone (61) 388-9898 - Fax (61) 388-9879

JICA Brasil
SCS Quadra 1 Bloco F Ed. Camargo Correa 12º andar
CEP 70397-900 - Brasília, DF
Telefone (61) 321-6465 - Fax (61) 321-7565

Tiragem: 1000 exemplares

Coordenação editorial: Nilda Maria da Cunha Sette

Revisão gramatical: Nilda Maria da Cunha Sette / Maria Helena Gonçalves Teixeira

Normalização bibliográfica: Daui A. Corrêa

Diagramação e arte-final: Wellington Cavalcanti

Capa: Carlos Eduardo Felice Barbeiro - Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia

Foto capa: Cezar Augusto Rizzi

ISBN 85-7075-010-2

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo
ou em parte, constitui violação do Copyright © (Lei nº 9.610).

M744

Monitoramento ambiental nos projetos agrícolas do Prodecer / organizadores Kazuhiro Yoshii, Amabílio J. A. de Camargo, Álvaro Luiz Orioli. - Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000.
162p. : il.

Também publicado em inglês com o título: Environmental monitoring of Prodecer agricultural development projects.
Bibliografia no final de cada capítulo.
ISBN 85-7075-010-2

1. Monitoramento ambiental. 2. Cerrado - projeto agrícola. 3. Prodecer. I. Yoshii, Kazuhiro. II. Camargo, Amabílio J. A. de. III. Orioli, Álvaro Luiz. IV. Título. V. Título: Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados.

333.7 - CDD 21

Sumário

Lista dos autores 9
Prefácio 11
Apresentação 13
Nota dos organizadores 15
Introdução 17

Capítulo 1

Principais problemas ambientais causados pela implantação de lavouras 19
Álvaro Luiz Orioli e Amabílio J. A. de Camargo
1.1 Características do Cerrado 20
1.2 Efeitos da agricultura no solos do Cerrado 23
1.3 Recursos hídricos 24
1.4 Biodiversidade da vegetação e da fauna 25
1.5 Bibliografia consultada 25

Capítulo 2

Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados - Prodecer 27
Kazuhiro Yoshii
2.1 O Que é o Prodecer? 27
2.2 Prodecer I 31
2.3 Prodecer II 32
2.4 Prodecer III 32

Capítulo 3

Monitoramento ambiental 35
Kazuhiro Yoshii
3.1 Antecedentes do monitoramento ambiental 35
3.2 Resumo do monitoramento ambiental 36

Capítulo 4

Monitoramento do uso e ocupação do solo 41
Álvaro Luiz Orioli e Kazuhiro Yoshii
4.1 Pesquisas efetuadas: uso atual do solo nas áreas de projetos-piloto do Prodecer I e II 43
4.2 Pesquisas efetuadas: evolução do uso e ocupação do solo no PC Gerais de Balsas - MA 46
4.3 Bibliografia consultada 50

Capítulo 5

Monitoramento da erosão do solo 51
Kazuhiro Yoshii e Akira Furuhata
5.1 Pesquisas efetuadas: avaliação da erosão do solo no Estado de Mato Grosso 57
5.2 Pesquisas efetuadas: medição de erosão do solo no Estado do Tocantins 66
5.3 Bibliografia consultada 78

Capítulo 6

Monitoramento da qualidade da água 79
Kazuhiro Yoshii, Akira Furuhata e Antonio João de Oliveira
6.1 Procedimento adotado para o monitoramento 79
6.2 Itens analisados e metodologia aplicada 81
6.3 Metodologia adotada para medição da vazão do rio 83
6.4 Pesquisas efetuadas: monitoramento da qualidade da água da bacia do Ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas - MG 85

6.5 Pesquisas efetuadas: efeito da implantação de projeto de colonização agrícola sobre a vazão e qualidade da água na Chapada das Mangabeiras no Sul do Maranhão 96
6.6 Bibliografia consultada 105

Capítulo 7

Monitoramento da biodiversidade - insetos 107
Amabílio J. Aires de Camargo e Takeshi Matsumura
7.1 Situação atual da diversidade entomológica do Cerrado e a necessidade de pesquisas e monitoramento 107
7.2 Pesquisas efetuadas: diversidade de lepidópteros noturnos no Cerrado 110
7.3 Pesquisas efetuadas: distribuição de lepidópteros noturnos em diferentes ambientes de Cerrado 118
7.4 Temas para o futuro 120
7.4.1 Análises de diversidade e de similaridade 120
7.4.2 Introdução do controle biológico 120
7.4.3 Importância da biodiversidade 120
7.4.4 Diversidade entomológica do Cerrado e a conservação de coleções como material para pesquisas 121
7.5 Bibliografia consultada 122

Capítulo 8

Monitoramento da biodiversidade – vegetação 123
Masayuki Nemoto
8.1 Introdução 123
8.2 Método adotado para o estudo da vegetação nativa das áreas de reserva contíguas à área de desenvolvimento agrícola 128
8.2.1 Vegetação lenhosa 129
8.2.2 Vegetação herbácea 129
8.2.3 Campo hidromórfico 130
8.3 Pesquisas efetuadas 131
8.3.1 Composição da flora 132

8.3.2 Radiação luminosa dentro da estrutura fitossociológica 136
8.4 Bibliografia consultada 137

Capítulo 9

Monitoramento Ambiental: Principais resultados 139
Kazuhiro Yoshii, Amabílio J. A. de Camargo, Maria Lúcia Meirelles, José Felipe Ribeiro, Regina C. de Oliveira e Bruno M. T. Walter
9.1 Uso e ocupação do solo 139
9.2 Erosão de solo 141
9.3 Qualidade da água 143
9.4 Insetos 157
9.5 Vegetação 158
9.5.1 Estrato arbóreo do Cerrado Sentido Restrito 159
9.5.2 Estrato herbáceo do Cerrado Sentido Restrito 160
9.5.3 Estrato herbáceo do Campo Úmido 161
9.5.4 Conclusão 162

Lista dos Autores

- *Akira Furuhata*
  Director, Department of Soil
  Japan Soil Association
  Jinpo - cho 1-58, Kanda
  Chiyoda-ku, Tokyo – Japan 101

- *Álvaro Luiz Orioli*
  Superintendente Técnico
  Companhia de Promoção Agrícola - CAMPO
  SEPN 516 Bloco A, 4° andar
  CEP 70770-515 Brasília – DF
  e-mail: aorioli@mymail.com.br

- *Amabílio J. Aires de Camargo*
  Pesquisador
  Embrapa Cerrados
  BR 020, km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
  Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina – DF
  e-mail: amabilio@cpac.embrapa.br

- *Antônio João de Oliveira*
  Companhia de Promoção Agrícola - CAMPO
  SEPN 516 Bloco A, 4° andar CEP 70770-515 Brasília – DF
  e-mail: anbimon@zaz.com.br

- *Bruno M.T. Walter*
  Pesquisador
  Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
  SAIN, Parque Rural W3 Norte
  Caixa Postal 02372 CEP 70770-900 Brasília – DF

- *José Felipe Ribeiro*
Pesquisador
Embrapa Cerrados
BR 020, km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina – DF
e-mail: felipe@cpac.embrapa.br

- *Kazuhiro Yoshii*
Consultant
JICA, Institute for International Cooperation
10-15 Honmura-cho, Ichigaya
Shinjuku-ku, Tokyo – Japan 162-8433
e-mail: yoshii@jica.go.jp

- *Maria Lúcia Meirelles*
Pesquisadora
Embrapa Cerrados
BR 020, km 18, Rod. Brasília-Fortaleza
Cx. Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina – DF
e-mail: lucia@cpac.embrapa.br

- *Masayuki Nemoto*
Chief, Vegetation Conservation Lab.
National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES)
3-1-1 Kannondai, Tsukuba-shi - Ibaraki-ken – Japan 305

- *Regina C. de Oliveira*
Bolsista
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
SAIN, Parque Rural W3 Norte
Caixa Postal 02372 CEP 70770-900 Brasília – DF

- *Takeshi Matsumura*
Chief, Lab. of Insect Systematics
National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES)
3-1-1 Kannondai, Tsukuba-shi
Ibaraki-ken – Japan 305
e-mail: tmatsu@niaes.affrc.go.jp

Prefácio

Este livro é resultado dos trabalhos de monitoramento ambiental das áreas dos projetos de colonização agrícola implantados na região do Cerrado, sob o amparo do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento do Cerrado – Prodecer, realizado pela Companhia de Promoção Agrícola – CAMPO e com apoio técnico e financeiro da Japan International Cooperation Agency – JICA.

Os trabalhos de avaliação do meio ambiente tiveram início em 1992, com levantamento da situação atual do uso da terra. Foram selecionadas áreas de estudos nos Projetos de Colonização Iraí de Minas, Coromandel e Mundo Novo, em Minas Gerais; Ana Terra e Piúva, em Mato Grosso; Ouro Verde na Bahia; Pedro Afonso, em Tocantins e Gerais de Balsas, no Maranhão. Os itens avaliados foram a qualidade e a vazão da água, erosão dos solos, biodiversidade da vegetação e biodiversidade de insetos (fauna).

São abordadas aqui todas as questões relativas à influência no meio ambiente das atividades agrícolas com utilização de alta tecnologia, inclusive com irrigação, para a produção de grãos, tendo sido considerados todos os tipos de manejo e uso da terra em relação à bacia hidrográfica e à forma e localização das reservas legais, para a manutenção efetiva da biodiversidade natural das fisionomias do Cerrado.

São estudos de caráter pioneiro que buscam conscientizar a todos da importância do desenvolvimento agrícola, quando feito de maneira

harmônica e racional, criando condições de se promover a ocupação da região do Cerrado, considerada a última grande fronteira agrícola do planeta, preservando da degradação este ecossistema tão importante para as futuras gerações e para o desenvolvimento econômico e social do País.

Emiliano Pereira Botelho
Presidente da Companhia de Promoção Agrícola – CAMPO

Apresentação

O principal desafio que a humanidade deverá enfrentar no próximo milênio será o da produção de alimentos para uma população em crescimento constante, desafio esse ampliado pela necessidade do crescimento da atividade agrícola, aliada à preservação dos recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos e da biodiversidade vegetal e animal.

O Brasil, pela extensão territorial que ocupa e, principalmente, a região do Cerrado, pelo potencial agrícola que possui, deverão desempenhar papel primordial na busca de soluções para esse grande desafio.

Daí, os governos do Japão e do Brasil estarem em cooperação econômica e técnica há mais de 20 anos, em busca de alternativas de desenvolvimento sustentado dessa região, onde o aspecto ambiental tem sido tratado de maneira prioritária e consciente.

Essa obra apresenta alguns resultados do monitoramento ambiental de projetos de colonização agrícola, amparados pelo Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – Prodecer, cujos resultados certamente nortearão a ocupação racional dessas áreas, tão importantes para a manutenção desse bioma para a continuidade da vida humana, vegetal e animal.

Akira Hasumi
Coordenador da JICA no Brasil

Nota dos Organizadores

A Companhia de Promoção Agrícola – CAMPO, responsável pela implantação do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – Prodecer tem como uma de suas preocupações a preservação dos recursos ambientais. Desde 1993, a Campo desenvolve o monitoramento ambiental nos projetos de colonização nos Estados de Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, com o apoio técnico e financeiro da JICA – Agência de Cooperação Internacional do Japão. Os trabalhos encerraram-se em março de 2000.

O monitoramento ambiental é realizado raramente em projetos agrícolas, não só na América do Sul, mas também no mundo. Por isso estamos publicando esse trabalho inédito sobre o monitoramento ambiental do Prodecer, abrangendo extensa área territorial, durante um período longo e contínuo, apresentando a metodologia utilizada assim como seus resultados.

Os organizadores deste livro agradecem a colaboração de todos os funcionários da CAMPO, que participaram da realização do monitoramento ambiental, em especial a Antônio João de Oliveira, Aloísio Alves Cardoso, André Fioravante Nicolodi Durante, Alexander da Silva Pinheiro, Edmar Virgílio de Paiva, Geraldo Jânio Eugênio de Oliveira Lima e Rita de Cássia Cerqueira Condé.

Kazuhiro Yoshii

Amabílio J. A. de Camargo

Álvaro Luiz Orioli

Introdução

Um dos maiores desafios da pesquisa agropecuária atualmente é a busca de práticas que favoreçam a alta produtividade, mas que também levem em consideração a preservação ambiental. Este livro apresenta dados inéditos sobre o monitoramento dos efeitos das atividades agrícolas sobre o meio ambiente e deve ser visto como mais uma contribuição para a implantação de práticas agrícolas modernas e sustentáveis.

A compreensão sobre os efeitos dos fatores antrópicos na dinâmica das populações da fauna e da flora de maneira geral, no solo e na qualidade da água, é muito precária. Nesse sentido, a obra traz importante contribuição, pois analisa esses aspectos em projetos agrícolas implantados em diferentes épocas.

Não é intenção dos organizadores aprofundar demais em discussões técnicas relativas ao assunto, mas apresentar um relato das atividades desenvolvidas, metodologias e resultados, em linguagem acessível para o público em geral e estudantes, mas que atenda também aos profissionais ligados ao ensino, extensão e pesquisadores interessados na conservação e no uso racional dos recursos naturais.

Estruturado em nove capítulos, o livro apresenta, inicialmente, uma visão geral dos problemas ambientais observados. Na sequência, é apresentado o histórico do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – Prodecer, fases I, II e III, seus objetivos, metas e investimentos.

Em seguida, trata do Monitoramento Ambiental propriamente dito, apresentando as metodologias utilizadas, bem como os resultados encontrados sobre o uso e a ocupação do solo, erosão, qualidade da água, biodiversidade de insetos e vegetação.

Amabílio J. Aires de Camargo
Embrapa Cerrados

Capítulo 1

Principais problemas ambientais causados pela implantação de lavouras

Álvaro Luiz Orioli

Amabílio J. A. de Camargo

Se considerarmos todos os grupos da fauna brasileira apenas pequena porcentagem é conhecida e catalogada de maneira adequada. A grande maioria apresenta problemas taxonômicos, dificultando seriamente estudos ecológicos. Ao terminar o registro de todos os seres vivos existentes no País, alguns podem já estar extintos. Animais como a onça-pintada, o lobo-guará, o gato-do-mato, a jaguatirica e a suçuarana estão ameaçados de extinção. Pelo menos 26 tipos diferentes de borboletas estão nessa lista. Entre as aves brasileiras 105 espécies correm o risco de desaparecer.

Quase 20% de todas as espécies de seres vivos do mundo estão localizadas no Brasil e 90% desses seres são desconhecidos. Sem conhecer todas as espécies será impossível preservar e utilizar todos estes recursos genéticos em benefício dos seres humanos. Assim, o desmatamento provavelmente seja, hoje, o principal problema ambiental do País, uma vez que afeta diretamente a preservação das espécies vegetais e animais, além de contribuir decisivamente para o agravamento dos outros dois

maiores problemas ambientais que são a contaminação dos rios e das praias e a matança de animais silvestres.

Outro grande problema ambiental, também diretamente ligado ao desmatamento, é a poluição do ar. Assim, todas as principais questões ambientais estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento da agricultura e da pecuária.

O problema ambiental com o maior índice de conhecimento entre os brasileiros é o efeito estufa e o de menor índice é a perda da biodiversidade. O meio ambiente está em sétimo lugar na preocupação dos brasileiros, e vem depois de desemprego, saúde, educação, segurança, transporte e moradia.

Segundo pesquisas realizadas, os principais problemas ambientais do Brasil são:

1 - derrubada de árvores e queimadas;

2 - contaminação de rios e praias;

3 - matança de animais silvestres;

4 - contaminação do ar;

5 - poluição causada pelas fábricas e pelos detritos industriais;

6 - falta de rede de esgoto e saneamento básico;

7 - falta de coleta de lixo e limpeza urbana.

1.1 Características do Cerrado

A região de domínio do Cerrado ocupa uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares, localizada na porção Central do Brasil, distribuído nos Estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Maranhão, Tocantins, Rondônia e Distrito Federal, além de pequenas ocorrências nos Estados de Roraima, Amapá e São Paulo (Figura 1).

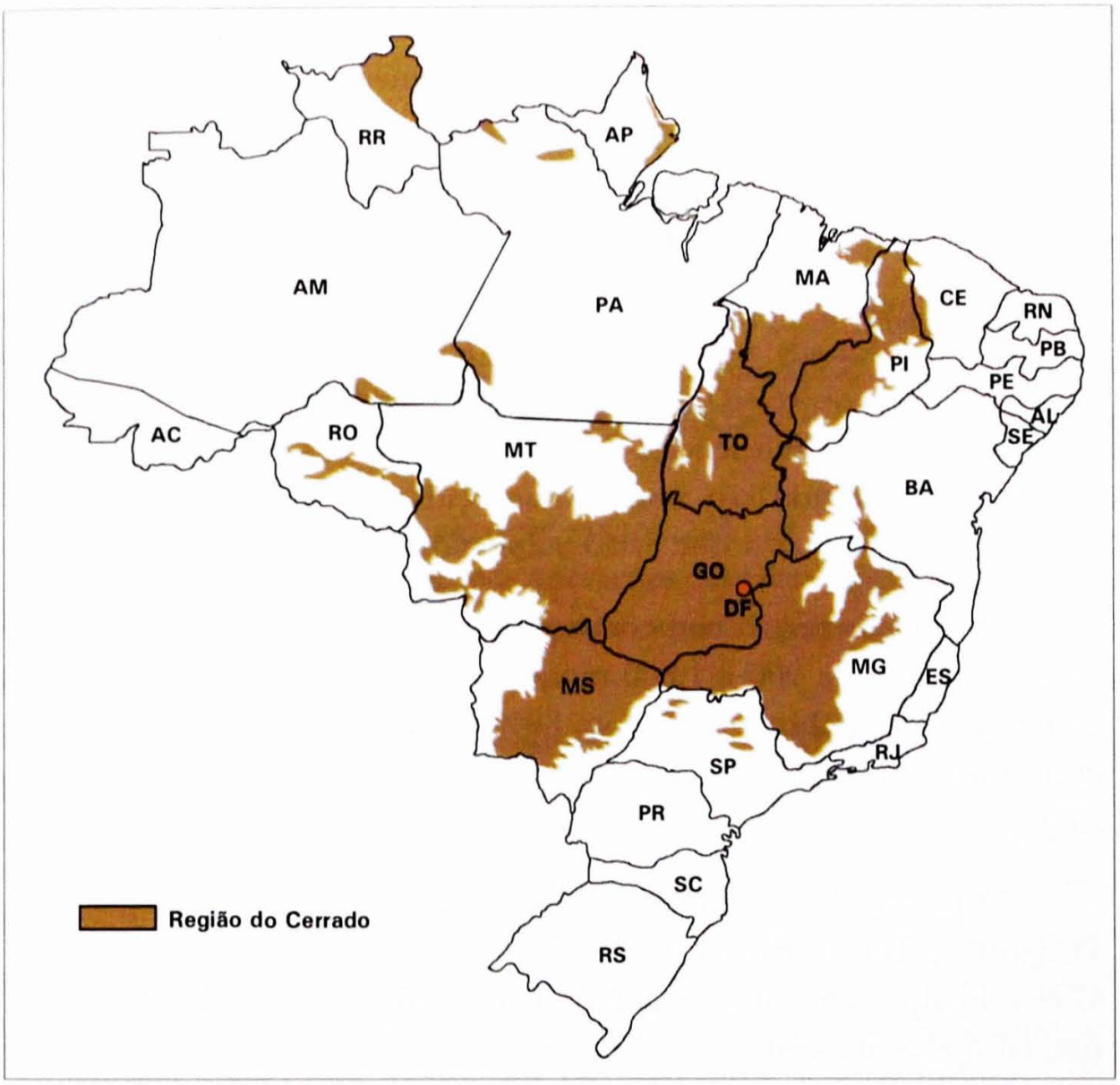


Figura 1. Mapa territorial do Brasil com a distribuição da região do Cerrado.

Os estudos sobre a vegetação do Cerrado datam de 1819, quando houve o reconhecimento dos grandes rios da área e a vegetação predominante foi aí denominada de Campo Cerrado.

Entre as diversas fisionomias vegetais identificadas dentro desse bioma, destacam-se o Cerradão, Cerrado, Campo Cerrado, Campo Sujo e Campo Limpo, cujo gradiente fisionômico normalmente está associado a um gradiente de fertilidade, profundidade e acidez do solo. O Cerrado pode ser definido como sendo uma vegetação xeromórfica, com fisionomias diversas, variando do arbóreo denso ao gramíneo lenhoso. É

caracterizado por árvores de pequeno porte, tortuosas, isoladas ou agrupadas sobre um revestimento de gramíneas. Apresenta vegetação lenhosa com brotos foliares bem protegidos, casca grossa e rugosa (corticosa), órgãos de reserva subterrâneos, geralmente profundos, e folhas desenvolvidas com estômatos, permanentemente abertos, protegidos por pêlos.

A formação e a origem do Cerrado está, entre outros fatores, diretamente associada à carência de água (climática) durante determinado período do ano (estresse hídrico). Essa característica afeta indiretamente, potencializando as deficiências físicas e químicas dos solos. A fisionomia e a flora do Cerrado são ainda influenciadas, de forma indireta, pelas queimadas freqüentes a que estão submetidas.

O clima da região tem como principal característica a precipitação anual, variando de 900 a 1.800 mm, distribuída em duas estações: uma chuvosa, de setembro a abril, com 80% das chuvas, e uma estação seca, entre maio e agosto. As temperaturas médias anuais variam de 22°C a 27°C.

O principal solo dominante na região é o Latossolo, seguido do Podzólico, Terras Roxas, Cambissolo, Areia Quartzosa, Litólico e Gleissolo, apresentando, na grande maioria dos casos, baixa fertilidade natural e elevada acidez.

Todo o processo de ocupação agrícola dessas áreas causa grandes transformações no meio ambiente, principalmente com agricultura de alta tecnologia. O consumo de energia é elevado e há transformações em toda as etapas da produção, desde o preparo do solo até a colheita, além dos insumos utilizados, como fertilizantes, corretivos, defensivos e herbicidas, que são disseminados pelo meio ambiente.

Essa região, a partir da década de 1960, com a mudança da capital federal, Brasília, sofreu um intensivo processo de ocupação, transformando-se na principal fronteira agrícola do País, já respondendo, hoje, por mais de 30% da produção total de grãos do País.

1.2 Efeitos da agricultura nos solos do cerrado

A remoção da cobertura vegetal dos solos afeta diretamente a sua camada superficial, aumentando a lixiviação e o carreamento dos nutrientes e da matéria orgânica.

Dependendo da maneira como se realiza a remoção da vegetação ocorrem diferentes impactos sobre o solo. No caso de queimada dos restos de vegetação, além da modificação da atividade biológica, dá-se a alteração dos teores de nutrientes, transformados em cinzas e removidos pela ação dos ventos.

O preparo inicial do solo deve ser realizado de forma que a camada a ser cultivada não seja afetada por operações desnecessárias e inadequadas e, conseqüentemente, afetem a infiltração, o desenvolvimento radicular e contribuam para o aumento da erosão.

Os solos da região do Cerrado necessitam de correção da acidez e da fertilização, principalmente com a elevação dos teores de fósforo. A utilização e a incorporação desses insumos impactam as camadas superficiais do solo por meio do desenvolvimento das plantas cultivadas, e a necessidade de aplicação de grandes quantidades pode alterar significativamente o equilíbrio químico e biológico, além de alguns aspectos físicos relacionados com a dispersão das argilas. A fertilização inadequada pode causar danos aos recursos hídricos e ao próprio solo, contaminando-o.

A erosão pode ser considerada o impacto de maior amplitude sobre os solos com utilização agrícola, pois quanto mais acentuada for, maior será seu poder poluente, como transporte de inseticidas, fungicidas, herbicidas, corretivos e fertilizantes. A poluição das águas superficiais ocorre pelas partículas transportadas que, dependendo de suas características, afetam com maior ou menor intensidade a via aquática e o leito dos mananciais.

A erosão remove a matéria orgânica e os nutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas e sua reposição aumenta os custos e a

poluição do meio ambiente, visto que a produção desses insumos prejudica diretamente as reservas naturais e a atmosfera.

A intensificação do uso do solo com técnicas de irrigação e com cultivos intensivos agrava ainda mais os problemas de erosão e contaminação do solo, pelo manejo e práticas agrícolas mais intensas. Além disso, os cursos de água podem ser afetados pelo mau uso dos equipamentos e pelos riscos de acidentes como, por exemplo, vazamento de óleo diesel, refluxo de inseticidas e herbicidas, vazamento e aplicação inadequada de fertilizantes.

Outro tipo de erosão que ocorre com grande freqüência nessa região é a erosão eólica, favorecida pela não-utilização dos solos durante a época seca e a falta de cobertura dessas terras, o que é agravado pela intensidade elevada dos ventos.

1.3 Recursos hídricos

O ideal para a manutenção da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos seria a manutenção da vegetação natural como cobertura vegetal. Como isso não é possível, devido à necessidade que a sociedade tem de produtos agrícolas, deve-se evitar que fatores provocados pela utilização agrícola favoreçam os processos de degradação do ambiente.

As águas superficiais são as mais prejudicadas nesse processo, pois sofrem ações no que diz respeito à quantidade e à qualidade, com o aumento da erosão dos solos pela retirada da cobertura vegetal e a utilização agrícola, e o carreamento de sólidos para o leito dos rios, que podem causar o assoreamento e a contaminação.

O manejo do solo altera também a infiltração, que afeta os lençóis subterrâneos, responsáveis pela reposição do nível das águas superficiais. Esse aspecto é fundamental para a preservação de partes da paisagem que funcionam como verdadeiras esponjas, armazenando a água necessária à reposição nos períodos de maior deficit.

O uso adequado do solo, com práticas conservacionistas, pode diminuir o carreamento superficial e aumentar a infiltração. A demanda de defensivos e fertilizantes deve ser aquela recomendada e racional, para que a degradação seja a menor possível. Assim, mantêm-se a vazão de águas superficiais e a qualidade dos recursos hídricos.

1.4 Biodiversidade da vegetação e da fauna

As atividades agrícolas, principalmente aquelas que empregam alta tecnologia, alteram o ambiente estável da biodiversidade natural. Plantas invasoras são introduzidas nas áreas cultivadas e ocupam o espaço das plantas nativas, alterando o equilíbrio das espécies.

Também a biodiversidade animal é alterada por ser muito dependente da manutenção dos cursos d'água, principalmente aqueles das veredas, haja vista que muitas espécies vegetais e animais convivem com solos de lençol freático elevado.

A remoção da cobertura vegetal nativa e sua substituição por culturas comerciais modificam muito a biodiversidade. O impacto na comunidade vegetal resulta em impacto imediato na população animal.

1.5 Bibliografia consultada

DIAS, M. C.; CAVALCANTI, F. Terra. **Correio Braziliense**, Brasília, 6 jun.1999, p.18-19.

DIAS, B. F. de S. **Alternativas de desenvolvimento do cerrado**: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: FUNATURA/IBAMA, 1992. 97p.

MACEDO, J. **Produção de alimentos**: o potencial dos cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 33p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 59).

ORIOLI, A.L.; AMARAL FILHO, Z.P. do A.; OLIVEIRA, A.B. de. Pedologia: levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SE. 21 Corumba e parte da folha 20:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 412p. p. 225-328.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de., ed. **Cerrado**: ambiente e flora. Brasília: Embrapa-CPAC, 1998. p.89-166.

RIBEIRO, J. F., ed. **Cerrado**: matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 164p.

VARGAS, M. T.; HUNGRIA, M., ed. **Biologia dos solos do cerrados.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524p.

WARMING, E. **Lagoa Santa**. In: WARMING, E.; FERRI, M.G. Lagoa Santa; A vegetação de Cerrados brasileiros. São Paulo: EDUSP/ Belo Horizonte: Itatiaia, 1973. p.1-284.

Capítulo 2

Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados - Prodecer

Kazuhiro Yoshii

2.1 O Que é o Prodecer?

O Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – Prodecer teve início no comunicado conjunto assinado pelo primeiro-ministro Kakuei Tanaka, do Japão e pelo Presidente Ernesto Geisel, do Brasil, em setembro de 1974, que estabelecia a relação entre os dois países sobre o desenvolvimento agrícola.

Os objetivos principais do programa foram estimular o aumento da produção de alimentos, contribuir para o desenvolvimento regional do País, aumentar a oferta de alimentos no mundo e desenvolver a região do Cerrado, com a participação dos governos e do setor privado de ambos os países.

Em março de 1978 foi fundada a empresa holding japonesa, que recebeu a denominação de Japan-Brazil Agricultural Development Cooperation – Jadeco – sediada em Tóquio; em outubro do mesmo ano, foi instituída a holding brasileira, denominada Companhia Brasileira de

Participação Agro-industrial – Brasagro – sediada em Belo Horizonte – MG. Com investimento de 49% da Jadeco e de 51% da Brasagro, foi fundada, em novembro de 1978, a empresa coordenadora do programa, a Companhia de Promoção Agrícola – CAMPO.

O Prodecer é supervisionado pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento, coordenado pela Companhia de Promoção Agrícola – CAMPO – e executado por cooperativas agrícolas.

Caracterizado por ações integradas, sem paternalismo nem desperdícios, o Prodecer consolidou-se ao longo desses últimos anos como um programa de desenvolvimento regional de sucesso.

Por meio do sistema cooperativista, com planejamento adequado, utilização de técnicas agronômicas e de gerenciamento e grande competitividade, os resultados começaram a surgir, proporcionando uma produção bem acima da média regional e até de nações desenvolvidas.

De 1979 a 1999 foram implantados 21 projetos de colonização (PC), sendo dez projetos-piloto e 11 de expansão, assentando 758 famílias numa área de 334.000 ha do cerrado (Tabela 1 e Figura 2). Os 10 projetos-piloto foram realizados com os recursos japoneses (JICA) e brasileiros em três fases, sendo 4, 4 e 2 no Prodecer I, II e III, respectivamente, à exceção do PC Paracatu, Entre-Ribeiros I, financiado somente pelo governo brasileiro. Além dos quatro projetos-piloto, o Prodecer I permitiu estabelecer duas empresas agroindustriais e uma fazenda. No Prodecer II foram implantados 11 projetos de expansão, financiados com os recursos japoneses (The Overseas Economic Cooperation Fund – OECF) e brasileiros, além dos quatro projetos-piloto.

Tabela 1. Resumo do Prodecer I, II e III (maio/1999).

Nº	Projetos de Colonização	Cooperativa	Município	Área Total (ha)	Produtores assentados	Valor do investimento (US$ mil)	Área irrigada (ha)	
							Potencial	Executado
	Prodecer I - Piloto							
1	Mundo Novo	Coopernovo	Paracatu - MG	23.000	48	26.500	2.198	1.635
2	Iraí de Minas	Coopamil	Iraí de Minas - MG	9.000	26	11.610	3.030	3.030
3	Coromandel	Aprcor	Coromandel - MG	6.000	18	4.800	94	94
4	Entre-Ribeiros I	Coopervap	Paracatu - MG	10.315	41	17.120	3.424	3.191
	Subtotal			**48.315**	**133**	**60.030**	**8.746**	**7.950**
	Prodecer II - Piloto							
5	Brasil Central	Coaceral	Formosa do Rio Preto - BA	15.028	38	24.000	1.800	
6	Ouro Verde	Coproeste	Formosa do Rio Preto - BA	16.404	48	26.000	3.226	846
7	Ana Terra	Appran	Tapurah - MT	18.600	40	22.000	846	
8	Piúva	Cooperlucas	Lucas do Rio Verde - MT	16.717	39	28.000	2.160	
	Subtotal			**66.749**	**165**	**100.000**	**8.032**	**846**
	Prodecer II - Expansão							
9	Entre-Ribeiros II	Coopervap	Paracatu - MG	10.843	28	23.655	3.000	373
10	Entre-Ribeiros III	Coopervap	Paracatu - MG	5.953	20	19.317	2.400	
11	Entre-Ribeiros IV	Coopervap	Paracatu - MG	3.984	10	9.103	1.140	60
12	Guarda-Mor	Oeste Mineiro	Guarda-Mor - MG	11.916	37	24.350	4.180	2.000
13	Bonfinópolis	Coanor	Bonfinópolis - MG	16.588	49	38.300	2.300	1.982
14	Buritis	Cooacertis	Buritis - MG	17.004	42	24.200	2.140	60
15	Piratinga	Coopertinga	Formoso - MG	20.643	53	41.800	2.698	1.998
16	Paineiras	Coacer	Campo Alegre e Ipameri - GO	8.274	29	23.129	1.565	1.445

(continua)

Tabela 1. Continuação.

Nº	Projetos de Colonização	Cooperativa	Município	Área total (ha)	Produtores assentados	Valor do investimento (US$ mil)	Área irrigada (ha)	
							Potencial	Executado
17	Cristalina	Coacer	Cristalina - GO	6.115	16	9.428	590	550
18	Buriti Alto	Coopacen	Água Fria, S. João D'Aliança Niquelândia e Alto Paraíso - GO	15.615	40	35.650	1.345	919
19	Alvorada	Copper	Água Clara - MS	22.001	56	26.096		
	Subtotal			**138.936**	**380**	**275.028**	**21.358**	**9.387**
	Prodecer III - Piloto							
20	Gerais de Balsas	Batavo NE	Balsas - MA	40.000	40	60.424	2.050	1.520
21	Pedro Afonso	Coopersan	Pedro Afonso - TO	40.000	40	42.903	2.050	100
	Subtotal			**80.000**	**80**	**103.327**	**4.100**	**1.520**
	TOTAL			**334.000**	**758**	**538.385**	**42.236**	**19.703**

Figura 2. Localização de 21 projetos de colonização do Prodecer.

2.2 Prodecer I

Entre 1979 a 1982, foi executada, no Estado de Minas Gerais, a primeira fase do programa Prodecer I – Piloto, numa área de 48.315 ha, com a produção de grãos (soja, milho, arroz), considerada um grande sucesso em avaliação realizada pelos dois governos.

Os projetos do Prodecer I foram implantados nos municípios-pólos de Iraí de Minas, Coromandel e Paracatu, no Estado de Minas Gerais, com a incorporação de 48.315 hectares de Cerrado ao processo produtivo. Além dos Projetos de Colonização Iraí de Minas, Coromandel, Mundo

Novo e Paracatu Entre-Ribeiros I, o Programa permitiu a implantação de três empresas agrícolas: Cia. de Desenvolvimento Agroindustrial do Cerrado – CDAC, com 10.120 ha, Curral do Fogo Agroindustrial com 4.300 ha e a Fazenda Coromandel com uma área total de 5.328 ha. Nessa primeira etapa os investimentos totalizaram mais de US$ 60 milhões.

2.3 Prodecer II

Com base no grande sucesso do Prodecer I, a partir de 1985, foi iniciado, como segunda fase do programa – o Prodecer II, que englobava um projeto-piloto nos estados de Mato Grosso e Bahia, com área de 66.749 ha e um projeto de expansão nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, com área de 138.936 ha.

A avaliação desta segunda etapa também demonstrou resultados superiores às metas estabelecidas em termos de produção agrícola e produtividade, bem como de áreas incorporadas ao processo produtivo.

Os projetos de colonização do Prodecer II – Piloto foram implantados na Bahia - Brasil Central e Ouro Verde, e no Mato Grosso – Ana Terra e Piúva.

Os projetos de colonização do Prodecer II – Expansão foram implantados em Minas Gerais – Guarda-Mor, Paracatu Entre-Ribeiros II, III e IV, Bonfinópolis, Buritis e Piratinga; em Goiás – Cristalina, Paineiras e Buriti Alto, e Mato Grosso do Sul – Camapuã.

Nesta segunda fase, foram incorporados mais 205.685 hectares e os investimentos somaram mais de US$ 375 milhões.

2.4 Prodecer III

Ao término da segunda etapa, foi feita pelos governos do Brasil e do Japão nova avaliação do programa, concluindo pelo seu sucesso, o que levou à negociação do Prodecer III – Piloto, com início em 1995.

Os projetos de colonização foram implantados nos Estados de Tocantins – Pedro Afonso, e Maranhão – Gerais de Balsas. Nessa terceira

fase está ocorrendo a incorporação de mais 80 mil hectares de Cerrado ao processo produtivo e os investimentos deverão ser de US$ 140 milhões. Procurou-se agregar experiências adquiridas durante as etapas anteriores, como, por exemplo, a obrigatoriedade de irrigação em todos os lotes.

Os investimentos totais nessas três etapas do Prodecer situam-se no patamar de US$ 550 milhões, com a incorporação de aproximadamente 490 mil hectares de cerrado ao processo produtivo, incluindo os arredores do Prodecer.

Os resultados obtidos até o momento comprovaram a possibilidade produtiva da região do Cerrado, conquanto os recursos existentes sejam usados de forma adequada, bem como sejam promovidos o desenvolvimento e a difusão eficaz de tecnologias agrícolas, sob o esquema de cooperação das entidades públicas e privadas envolvidas no processo. Com o assentamento e fixação dos produtores por intermédio dos projetos implantados, estão ocorrendo a reativação e o progresso da sociedade regional, com a implantação de infra-estrutura na região e adjacências dos projetos, bem como melhoria da renda e aumento da oferta de empregos.

Harmonizar a prática de uma agricultura moderna com preservação ambiental tem sido uma das grandes preocupações do Prodecer e, por isso mesmo, os agricultores são alertados para todo tipo de danos que possam estar causando à natureza.

Ao planejar a implantação dos projetos, a CAMPO manteve 20% da área total como reserva legal nos projetos do Prodecer I e II, localizados nos Estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul, e 50% da área total nos projetos do Prodecer II localizados no Estado do Mato Grosso e no Prodecer III, cuidando para que as áreas de preservação permanente fossem mantidas intactas e as áreas de reserva legal agrupadas, sempre que possível, em condomínio. Além disso, o uso de métodos como as curvas de nível, a rotação de culturas e a conservação dos solos pelo sistema de microbacias hidrográficas, propicia a utilização das terras por várias gerações.

Com planejamento, consciência e responsabilidade, é possível harmonizar, dentro de um conceito de desenvolvimento sustentável, uma agricultura moderna e a preservação dos recursos naturais.

Capítulo 3
Monitoramento ambiental

Kazuhiro Yoshii

3.1 Antecedentes do Monitoramento Ambiental

A Companhia de Promoção Agrícola – CAMPO, responsável pela implantação do Programa de Cooperação Nipo–Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – Prodecer, desde a fundação, em novembro de 1978, tem como uma de suas preocupações a preservação dos recursos ambientais.

Após a implantação dos Prodecer I e II, a CAMPO solicitou colaboração à JICA para monitorar os recursos ambientais e, a partir de 1992, estudou o uso do solo nas áreas dos projetos com o apoio técnico e financeiro dessa agência japonesa, tendo em vista o início do monitoramento ambiental no ano seguinte.

No mês de março de 1993, uma missão da JICA visitou as áreas dos projetos e definiu os seguintes itens a serem monitorados e que pudessem mostrar efeitos da implantação dos projetos: (1) erosão do solo, (2) qualidade da água, (3) vazão dos rios, (4) vegetação e (5) insetos. Concomitantemente, foi definida a metodologia do monitoramento. No mesmo ano a CAMPO deu início ao monitoramento ambiental nas áreas de erosão do solo, qualidade e vazão da água e levantamento de insetos conforme a orientação da missão, sendo que o levantamento de vegetação foi iniciado em 1995.

No mês de julho de 1993, a missão japonesa acompanhou a condução dos trabalhos no campo e assessorou o monitoramento ambiental, continuando a oferecer apoio técnico durante os anos de estudos com uma visita anual. A equipe técnica japonesa foi liderada pelo Dr. Akira Furuhata, da Associação Japonesa do Solo, acompanhado pelos Drs. Takeshi Matsumura e Masayuku Nemoto do National Institute of Agro-Environmental Sciences – Niaes, localizado em Tsukuba, Japão.

Além do apoio técnico e financeiro anteriormente descrito, vale destacar que a JICA doou alguns equipamentos para monitoramento ambiental, tais como molinete Price para medição de vazão, e estações totais para levantamento da erosão do solo. De março de 1995 a setembro de 1999, Kazuhiro Yoshii permaneceu na CAMPO como consultor dessa empresa na área de meio ambiente. Também foram oferecidos cursos de treinamento no Japão, dos quais participaram os seguintes funcionários da CAMPO:

1996 - Antônio João de Oliveira e André Fioravante Nicolodi Durante

1997 - Aloísio Alves Cardoso e Alexander da Silva Pinheiro

1998 - Edmar Virgílio de Paiva

1999 - Geraldo Jânio Eugênio de Oliveira Lima.

3.2 Resumo do monitoramento ambiental

O principal objetivo do monitoramento ambiental foi avaliar os efeitos da implantação dos Projetos de Colonização no meio ambiente.

Os trabalhos de monitoramento ambiental nas áreas dos projetos-piloto do Prodecer I e II foram realizados durante um período de cinco anos, de 1992 até 1996. Os projetos-piloto do Prodecer III estão sendo monitorados durante um período de seis anos, de 1994 até 2000, antes e durante sua implantação, sendo que o investimento total desses trabalhos atingiu US$ 2.361.092,00 dólares (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo dos trabalhos do monitoramento ambiental realizados nas áreas do Prodecer.

NUM.	ITEM	FREQ.	1992	1993	1994	1995
1	Erosão dos solos	Anual		Prodecer I PC Mundo Novo (MG) - L.26 Prodecer II PC Ouro Verde (BA) - L.24 PC Ana Terra (MT) - L. 14 PC Ana Terra (MT) - L. 40 PC Piúva (MT) - L. 17	Prodecer I PC Mundo Novo (MG) - L.26 Prodecer II PC Ouro Verde (BA) - L.24 PC Ana Terra (MT) - L. 14 PC Ana Terra (MT) - L. 40 PC Piúva (MT) - L. 17	Prodecer I PC Mundo Novo (MG) - L.26 Prodecer II PC Ouro Verde (BA) - L.24 PC Ana Terra (MT) - L. 14 PC Ana Terra (MT) - L. 40 PC Piúva (MT) - L. 17 Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) - L. 32 PC Pedro Afonso (TO)
2	Medição de vazão e Qualidade da água	Mensal		Prodecer I PC Coromandel (MG) PC Iraí de Minas (MG) PC Mundo Novo (MG) Prodecer II PC Ana Terra (MT) PC Piúva (MT)	Prodecer I PC Coromandel (MG) PC Iraí de Minas (MG) PC Mundo Novo (MG) Prodecer II PC Ana Terra (MT) PC Piúva (MT) Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)	Prodecer I PC Coromandel (MG) PC Iraí de Minas (MG) PC Mundo Novo (MG) Prodecer II PC Ana Terra (MT) PC Piúva (MT) Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)
3	Levantamento de insetos	Anual		Prodecer I PC Iraí de Minas (MG) PC Mundo Novo (MG)	Prodecer II PC Brasil Central (BA) PC Ouro Verde (BA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)
4	Levantamento de vegetação	Anual				Prodecer II PC Ouro Verde (BA) Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)
5	Levantamento do uso do solo	Única	Prodecer I PC Iraí de Minas (MG) PC Coromandel (MG) PC Mundo Novo (MG) Prodecer II PC Piúva (MT) PC Ana Terra (MT) PC Ouro Verde (BA) PC Brasil Central (BA)			Prodecer I PC Iraí de Minas (MG)

(continua)

Tabela 2. Continuação.

NUM.	ITEM	FREQ.	1996	1997	1998	1999
1	Erosão dos solos	Anual	Prodecer II PC Ana Terra (MT) - L. 14 PC Ana Terra (MT) - L. 40 PC Piúva (MT) - L. 17 PRODECER III PC Gerais de Balsas (MA) - L. 32 PC Pedro Afonso (TO)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) Lote 32 PC Pedro Afonso (TO) Lote 05 Lote 17	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) Lote 32 PC Pedro Afonso (TO) Lote 05 Lote 17	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) Lote 32 PC Pedro Afonso (TO) Lote 05 Lote 17
2	Medição de vazão e Qualidade da água	Mensal	Prodecer I PC Coromandel (MG) PC Iraí de Minas (MG) PC Mundo Novo (MG) Prodecer II PC Ana Terra (MT) PC Piúva (MT) Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)
3	Lev. de insetos	Anual	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)
4	Lev. de vegetação	Anual	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA)
5	Lev. do uso do solo	Única	Prodecer I PC Coromandel (MG) PC Mundo Novo (MG) Prodecer II PC Ana Terra (MT) PC Piúva (MT)	Prodecer III PC Gerais de Balsas (MA) PC Pedro Afonso (TO)	Prodecer III PC Pedro Afonso (TO)	

Os trabalhos de monitoramento ambiental dos Prodecer I e II foram iniciados em 1992 com padronização dos mapas e levantamento do uso atual do solo nos seguintes projetos de colonização: (1) Coromandel – MG, (2) Iraí de Minas – MG, (3) Mundo Novo – MG, (4) Brasil Central – BA, (5) Ouro Verde – BA, (6) Ana Terra – MT e (7) Piúva – MT.

Os trabalhos de vazão e qualidade da água foram realizados de agosto de 1993 até dezembro de 1996 nos seguintes projetos de colonização : (1) Coromandel – MG, (2) Iraí de Minas – MG ,(3) Mundo Novo – MG ,(4) Ana Terra – MT e (5) Piúva – MT. Entretanto, os da erosão do solo foram iniciados em 1993 e finalizados em 1996, nos seguintes projetos: (1) Iraí de Minas – MG, (2) Mundo Novo – MG, (3) Ouro Verde – BA, (4) Ana Terra – MT e (5) Piúva – MT.

O levantamento do uso do solo foi atualizado em 1995 no PC Iraí de Minas – MG, e em 1996 nos PC (1) Coromandel – MG, (2) Mundo Novo – MG, (3) Ana Terra – MT e (4) Piúva do Prodecer I e II.

O levantamento de insetos foi realizado em 1993 nos PC Iraí de Minas – MG e Mundo Novo – MG, do Prodecer I, e em 1994 nos PC Brasil Central – BA e Ouro Verde – BA do Prodecer II. Entretanto, o de vegetação foi feito em 1995 no PC Ouro Verde – BA do Prodecer II.

A partir de outubro de 1994, os trabalhos de monitoramento de vazão e qualidade da água passaram a ser realizados nas áreas dos projetos-piloto do Prodecer III, tanto no PC Gerais de Balsas – MA, quanto no PC Pedro Afonso – TO, e foram concluídos em março do ano 2000. A erosão do solo foi monitorada de 1995 a 1999 nas mesmas áreas.

O levantamento de uso do solo foi realizado em 1997 no PC Gerais de Balsas – MA e em 1998 no PC Pedro Afonso – TO. Os levantamentos de insetos e de vegetação foram iniciados em 1995 e foram finalizados em março do ano 2000 no PC Gerais de Balsas – MA do Prodecer III.

Capítulo 4
Monitoramento do uso e ocupação do solo

Álvaro Luiz Orioli

Kazuhiro Yoshii

Informações confiáveis sobre os tipos de culturas instaladas, área plantada e distribuição espacial dentro de determinada região são fundamentais na tomada de decisões para o planejamento, definição de prioridades e liberações de financiamentos agrícolas.

Essas informações, para a implantação do Prodecer, foram obtidas por meio da utilização de dados de sensoriamento remoto e dos recursos disponíveis em sistemas de informações geográficas (SIG).

A primeira etapa de todo o processo de monitoramento foi a compilação da base cartográfica da área de interesse num sistema de informações geográficas. Essa etapa envolveu a definição do limite da área de estudo, a extração da rede de drenagem e do sistema viário com base em cartas planialtimétricas elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico – DSG ou pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – FIBGE e posterior digitalização dessas informações.

O mapeamento das culturas e a obtenção das outras informações necessárias à implantação dos projetos foram feitos mediante interpretação dos dados orbitais de sensoriamento remoto. Para tal, foram adquiridas imagens em formato analógico do satélite Landsat, normalmente em escala 1:100.000, banda 3, 4 e 5 e órbitas/pontos de acordo com a área correspondente. Cada imagem coleta dados de uma superfície de 185 km x 185 km, sendo selecionadas as imagens mais recentes disponíveis e com baixa cobertura de nuvens (menos de 10%). Também foram adquiridas imagens em formato digital correspondente às mesmas cores e data de passagem das imagens em papel.

Foi feita interpretação visual das imagens em papel, definindo-se, desse modo, a delimitação das áreas de uso atual e potencial dos solos.

Posteriormente, essas áreas foram localizadas nas imagens digitais, realçadas e ampliadas, tendo como resultado a melhoria de qualidade visual da imagem.

Com a fotointerpretação dos módulos, seguiu-se uma etapa de campo, com objetivo de verificar a correspondência dos padrões espectrais delimitados nas imagens com os diferentes tipos de uso e padrões de solos, cuja chave de interpretação foi elaborada com base em diferentes padrões de cores e de textura.

Só então foram qualificadas as áreas dos diferentes padrões, elaborados os mapas de uso atual e potencial, a partir dos quais foram definidos o planejamento e a estratégia de implantação dos projetos.

O monitoramento do uso e ocupação do solo é de suma importância para o planejamento do controle permanente da qualidade ambiental desde o momento em que se inicia a implantação do projeto de colonização agrícola. Utilizado como instrumento para avaliar se as previsões de impacto e as medidas de prevenção e controle sugeridas nos estudos ambientais mostram-se adequadas, permitindo a constatação de ineficiência nos sistemas de controle adotados para que se possa promover, com agilidade, as correções necessárias.

4.1 Pesquisas efetuadas: uso atual do solo nas áreas de projetos-piloto do Prodecer I e II

Desde o início do Prodecer, a CAMPO demonstra preocupação com ações de preservação do meio ambiente.

Os projetos sempre tiveram definidas, no seu planejamento, as áreas a serem ocupadas com lavoura anual, cultura perene, pastagens e áreas de reserva. Dessa forma, procurou-se obedecer à legislação ambiental em vigor que estabelece uma área obrigatória de reserva e a preservação de áreas representativas dos diferentes ecossistemas.

As formas dessas reservas foram diferenciadas, tendo sido implantadas, individualmente, em cada lote, separadas dos lotes (porém com definição individual do perímetro) e em condomínio.

O objetivo do trabalho foi atualizar o uso do solo nas áreas dos Projetos-Piloto.do Prodecer I e II em 1993, após 13 e 7 anos da implantação, respectivamente, nos seguintes Projetos de Colonização: (1) Coromandel, (2) Iraí de Minas, (3) Mundo Novo, (4) Ana Terra, (5) Piúva e (6) Ouro Verde.

Para comparar e avaliar o desenvolvimento dos projetos tendo como base o uso planejado nas suas áreas de implantação e o uso atual nesses projetos, foram confeccionados os mapas de uso recente e resgatados os mapas de uso planejado na época da implantação.

Com isso objetivou-se uma avaliação do comportamento da ocupação da área, comparando-se os tipos de reserva planejados (individual e em condomínio) com a situação existente em 1993, tentando determinar qual a melhor maneira de manter as áreas de preservação ambiental.

Foram utilizadas fotografias aéreas, em escala 1:60.000, apoiadas sobre dados planialtimétricos e altimétricos (coordenadas das cartas topográficas do DSG e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em escala 1:100.000), para restituição na escala 1:20.000 dos mapas dos projetos.

Os equipamentos utilizados foram Sistema de Informações Geográficas configurados para operar com microcomputadores da linha IBM/PC e com o sistema operacional DOS, que permite a captação de dados via mesa digitalizadora, a transformação de dados em varredura e vice-versa e a geração e a impressão de cartas por meio de um traçador gráfico e um TM-Landsat em fitas *streamer* de bandas 3,4 e 5, que contenha funções de ampliação de escala, realce de imagens por composição colorida e ampliação linear de contrastes.

Após, foram selecionados, no sistema de processamento de imagens, os módulos correspondentes ao projeto, ampliados e realçados na escala 1:20.000.

Obtiveram-se fotografias desses módulos em slides que foram projetados nas bases cartográficas e interpretados visualmente. Em seguida, essa interpretação foi verificada por meio de uma coleta de dados no campo.

Foram digitalizadas as bases cartográficas dos projetos, dos lotes e das reservas em condomínio em Sistemas de Informações Geográficas.

A partir da delimitação das áreas ocupadas pelas diferentes classes de uso da terra e da vegetação natural, foram calculadas as áreas ocupadas, observando a classificação de cada uma e, finalmente, gerados e impressos os mapas via traçador geográfico do Sistema de Informações Geográficas e legenda compatível com a utilizada nos outros mapas.

Durante a implantação dos projetos, foram confeccionados mapas de uso planejado visando à utilização racional da terra, à preservação de áreas de reserva e à elaboração de projetos para financiamento de investimentos e custeio.

Todas as informações geradas foram digitadas em tabelas, com as áreas planejadas e determinadas nos estudos de uso atual, constando de La – lavoura anual, Lp – lavoura (cultura) perene, Pc – pastagem cultivada, Pn – pastagem natural, D – desmatamento, R – áreas de reserva, Ri – áreas de reserva individual e Rc – áreas de reserva em condomínio (Tabela 3).

Dessa forma, pode-se comparar a evolução entre o que foi implantado e o uso atual, por meio da diferença entre eles. As áreas de reserva sofreram redução de 31% em média, variando de 11% do PC Mundo Novo a 66% do PC Coromandel (Tabela 3).

Tabela 3. Uso do solo dos projetos de colonização, em 1993, nos Estados de Minas Gerais, Bahia e Mato Grosso (ha).

Nº	Projetos	Nº lotes	Uso do solo	La	Lp	Pc	Pn	Reserva (R)				D	Total
								Ri	Rc	Subtotal	(%)		
1	Coromandel	18	Uso Implantado-1981 (ha)	3.177	184	161	-	2.375	0	2.375	(40)	-	5.897
			Uso Atualizado -1993 (ha)	2.129	1.130	1.820	-	818	0	818	(14)	-	5.897
			1993-1981 (ha)	-1.048	946	1.659	-	-1.557	0	-1.557		-	0
			(1993-1981)/1981x100 (%)	-33	514	1.030	-	-66	0	-66		-	0
2	Iraí de Minas	26	Uso Implantado-1980 (ha)	6.342	450	-	-	2.121	0	2.121	(24)	-	8.913
			Uso Atualizado -1993 (ha)	7.650	146	13	-	1.104	0	1.104	(12)	-	8.913
			1993-1980 (ha)	1.308	-304	13	-	-1.017	0	-1.017		-	0
			(1993-1980)/1980x100 (%)	21	-68	-	-	-48	0	-48		-	0
3	Mundo Novo	50	Uso Implantado-1981 (ha)	12.285	901	1.623	405	4.331	2.359	6.690	(31)	-	21.904
			Uso Atualizado -1993 (ha)	9.984	1.292	4.719	-	3.608	2.301	5.909	(27)	-	21.904
			1993-1981 (ha)	-2.301	391	3.096	0	-723	-58	-781		-	0
			(1993-1981)/1981x100 (%)	-19	43	191	0	-17	-2	-12		-	0
4	Ouro Verde	35	Uso Implantado-1986 (ha)	10.937	-	-	-	2.059	808	2.867	(21)	-	13.804
			Uso Atualizado -1993 (ha)	11.820	-	-	-	1.176	808	1.984	(14)	-	13.804
			1993-1986 (ha)	883	-	-	-	-883	0	-883		-	0
			(1993-1986)/1986x100 (%)	8	-	-	-	-43	0	-31		-	0
5	Ana Terra	40	Uso Implantado -1986 (ha)	7.948	800	-	-	8.977	0	8.977	(51)	-	17.725
			Uso Atualizado -1993 (ha)	10.000	703	484	-	6.390	0	6.390	(36)	148	17.725
			1993-1986 (ha)	2.052	-97	484	-	-2.587	0	-2.587		-	0
			(1993-1986)/1986x100 (%)	26	-12	-	-	-29	0	-29		-	0
6	Piúva	40	Uso Implantado-1986 (ha)	7.221	780	-	-	8.650	0	8.650	(52)	-	16.651
			Uso Atualizado -1993 (ha)	10.320	641	-	-	5.690	0	5.690	(34)	-	16.651
			1993-1986 (ha)	3.099	-139	-	-	-2.960	0	-2.960		-	0
			(1993-1986)/1986x100 (%)	43	-18	-	-	-34	0	-34		-	0
Totais			Uso Implantado (ha)	47.910	3.115	1.784	405	28.513	3.167	31.680		-	84.894
			Uso Atualizado (ha)	51.903	3.912	6.539	0	18.786	3.109	21.895		148	84.894
			Uso Atualiz. - Uso Implant. (ha)	3.993	797	4.755	-405	-9.727	-58	-9.785		148	0
			(Uso Atualiz.- Uso Implant.) /Uso Implant.x100 (%)	8	26	267	-100	-34	-2	-31		0	0

Obs: La - Lavoura anual Lp - Cultura perene Pc - Pastagem cultivada Pn - Pastagem natural R - Reserva Ri - Reserva individual.
Rc - Reserva em condomínio D - Desmatamento.

A redução das áreas de reserva foi significativamente maior na do tipo individual, 34% em comparação com os 2% ocorridos em reserva em condomínio. No PC Mundo Novo, as áreas da reserva individual foram reduzidas em 17% e aquelas em condomínio em 2%. Já, no PC Ouro Verde, as de reserva individual diminuíram em 43% e as de em condomínio não sofreram alterações.

A transformação das áreas de reserva, principalmente na lavoura anual, depende de sua aptidão agrícola e também da consciência dos produtores. Embora os técnicos da CAMPO tivessem conscientizado os colonos para conservar as áreas de reserva, infelizmente, não é da competência da CAMPO fiscalizar sua conservação após a implantação dos projetos a partir de seu afastamento das funções de coordenação técnica, assumida pela Cooperativa.

Como conclusão deste estudo vale destacar que somente 2% das áreas de reserva em condomínio dos PC Mundo Novo – MG e Ouro Verde – BA, que são 2.359 e 808 ha, representando 35% e 28% da área total de reserva, respectivamente, foram alteradas (Tabela 3). Com base nessas verificações, a CAMPO decidiu adotar em outros projetos o modelo de reserva em condomínio e implantou boa parte dela, nessa forma, no Prodecer III.

4.2 Pesquisas efetuadas: evolução do uso e ocupação do solo no PC Gerais de Balsas - MA

A CAMPO iniciou em 1995, na terceira fase do programa (Prodecer III), o Projeto de Colonização Gerais de Balsas (PCGEBAL), que está localizado ao sul do Município de Balsas, próximo à nascente do rio Tem Medo, afluente do rio Balsas, assentando 40 colonos em uma área de 40.000 ha, onde anteriormente não havia nenhuma atividade agrícola.

A empresa, sempre preocupada com a preservação ambiental, destina, desde o início da implementação dos projetos, áreas para constituição de reserva legal, como é o caso de 20.000 ha do PCGEBAL.

O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução do uso e ocupação

do solo, tanto na área do projeto quanto na Bacia do rio Tem Medo onde está inserida boa parte do PCGEBAL, destinada, principalmente, à produção agrícola.

O levantamento do uso e ocupação do solo foi feito por meio de pesquisas em campo e sensoriamento remoto utilizando imagens de satélite Landsat-TM5 de 1994,1995,1996 e 1997.

No ano de 1994, antes da implantação do projeto, o Cerrado e a Mata Ciliar representavam 95% e 4%, respectivamente, dos 56.906 ha da área total dessa Bacia. A partir de 1995, o Cerrado diminuiu gradativamente, representando 76%, 62% e 36% de sua área, em 1995, 1996 e 1997, respectivamente, sendo substituído pelas culturas anuais de sequeiro e irrigadas (Figuras 3, 4 e 5). A produção de grãos, principalmente soja, aumentou de forma exponencial, atingindo 20.000 e 43.000 t nas safras 1995/1996 e 1996/1997, respectivamente na área do PCGEBAL inserida na Bacia. Cabe destacar que as Matas Ciliares (4%) permaneceram inalteradas durante a implantação do projeto.

Em 1997, o Cerrado (36%) e as Matas (4%) representavam o total de 40% dessa Bacia enquanto, no PCGEBAL, a vegetação nativa ocupa área de 20.000 ha, correspondente a 50% do projeto, respeitando o percentual

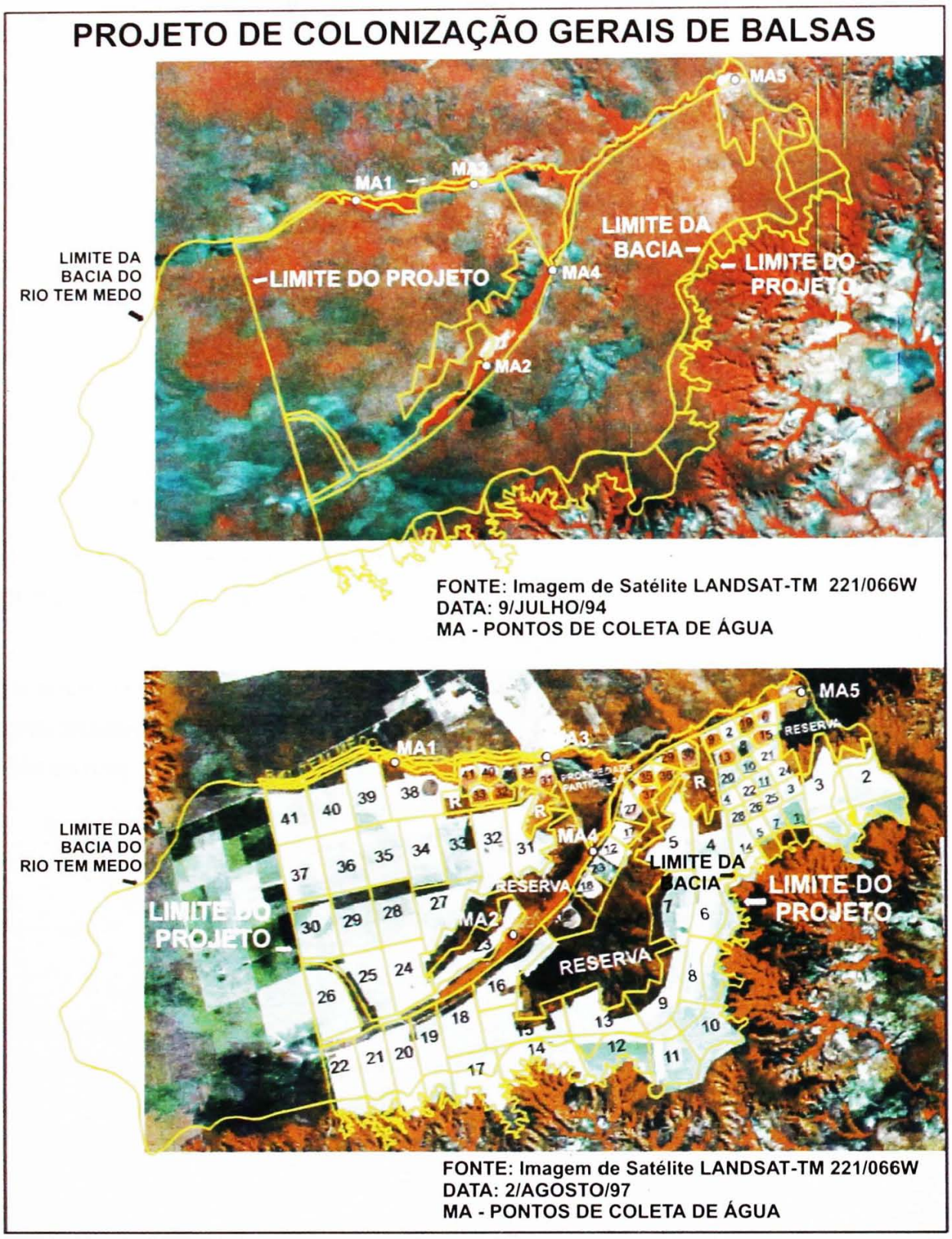


Figura 3. Imagens de satélite do Projeto de Colonização Gerais das Balsas – MA. Julho de 1994 e agosto de 1997, antes e depois da sua implantação.

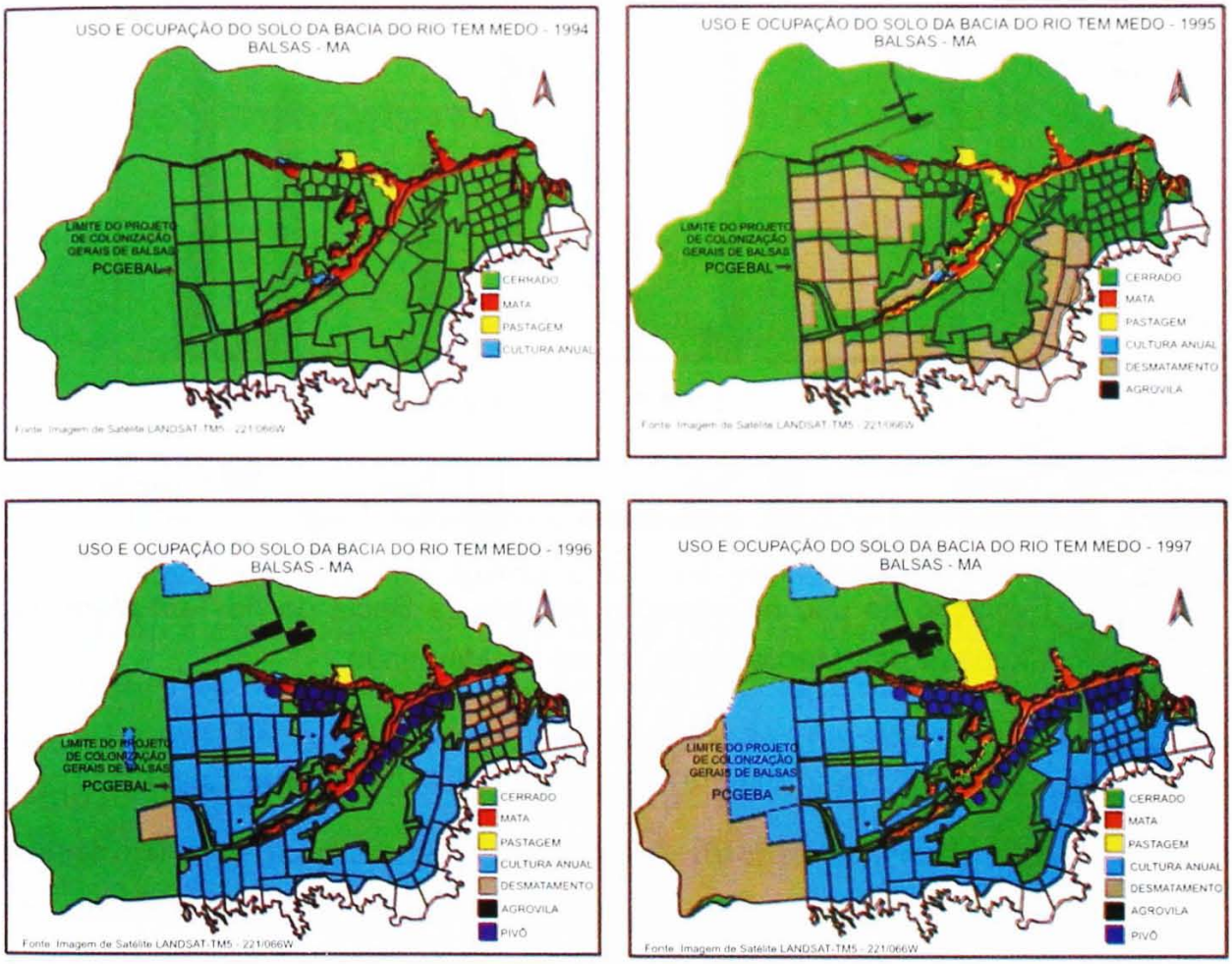


Figura 4. Mapas do uso e ocupação do solo da Bacia do rio Tem Medo na Chapada das Mangabeiras no sul do Maranhão.

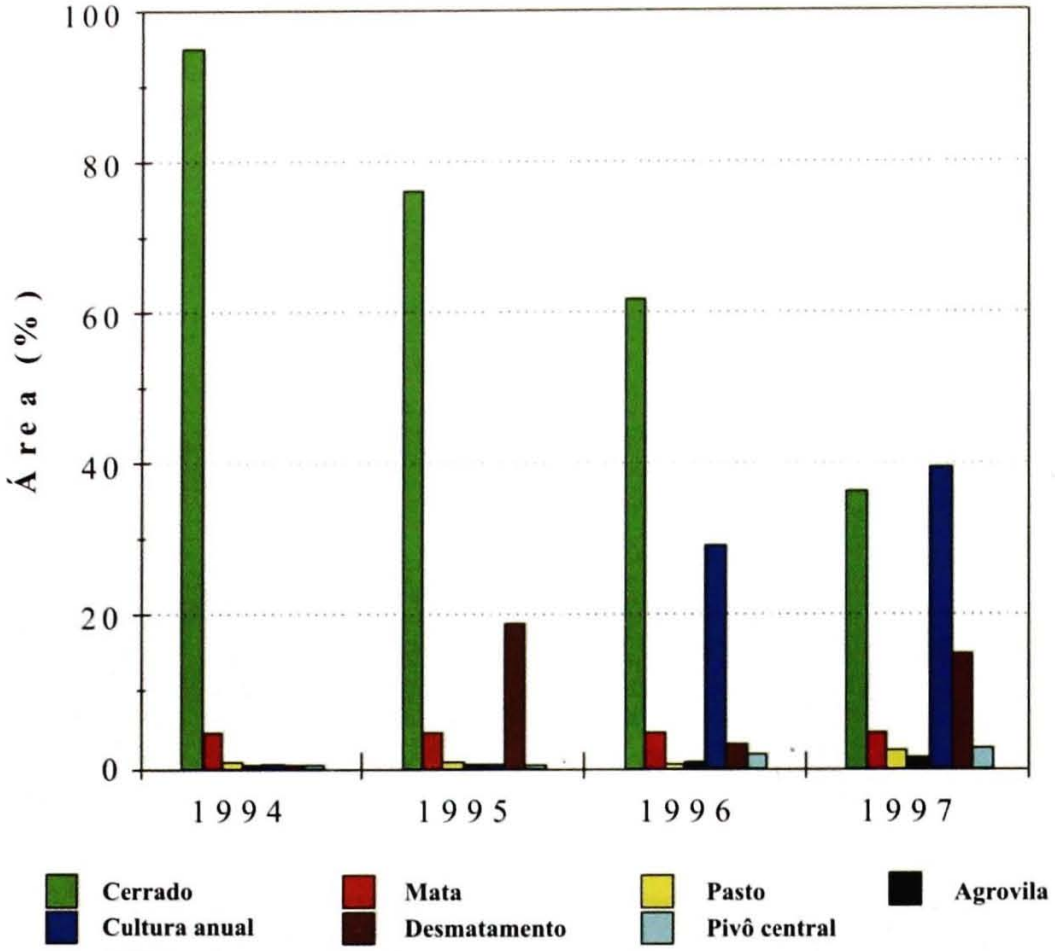


Figura 5. Evolução do uso e ocupação do solo da Bacia do rio Tem Medo na Chapada das Mangabeiras no sul do Maranhão.

destinado à Reserva Legal exigido por lei, para a Amazônia Legal.

4.3 Bibliografia consultada

ASSAD, E.D.; SANO, E. E., ed. **Sistema de informações geográficas:** aplicações na agricultura. 2.ed. rev. ampl. Brasília: EMBRAPA–SPI/ EMBRAPA-CPAC, 1998. 434p.

Capítulo 5

Monitoramento da erosão do solo

Kazuhiro Yoshii

Akira Furuhata

Os principais tipos de solo que ocorrem na região do Cerrado são os Latossolos, Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo que, devido a suas características de perfil profundo e de boa percolação, apresentam baixa propensão à erodibilidade e raras ocorrências de escorrimento superficial em condições normais. Porém, nas atividades agrícolas, com a crescente mecanização, há possibilidade de redução da percolação por causa da compactação do solo e, conseqüentemente, aumento do escoamento superficial e a ocorrência de erosão. A intensa atividade agrícola com mecanização reduz a matéria orgânica no solo e destrói os grânulos, aumentando a erodibilidade do solo.

Geralmente, na localidade onde o projeto de colonização do Prodecer foi implementado, o método adotado para controle da erosão foi o de curvas de nível. Porém, existe a possibilidade da ocorrência de erosão, uma vez que o intervalo tomado entre as curvas de nível não é o ideal, reduzindo a capacidade de contenção do escoamento superficial.

Depois dos latossolos, a Areia Quartzosa é o tipo de solo mais amplamente distribuído na região. Sua principal característica é o baixo

teor de argila, com baixa retenção de água e baixa capacidade de absorção, o que facilita a erosão. Mesmo em terrenos de declividade suave – em torno de 2%, - ocorre a perda da superfície do solo, e passando de 3% em alguns casos, já pode ser observada erosão em sulcos, poucos metros abaixo da parte superior do declive.

De forma geral, o método utilizado para medir a erosão do solo na área de plantio é a instalação de uma parcela quadrada na área em declive ou um coletor para captação do solo, cuja área não ultrapasse algumas dezenas de m^2 e seja isolada para não sofrer interferências. Este método funciona em condições totalmente diferentes das áreas em produção agrícola normal, e pode-se considerar que os dados obtidos não refletem a condição real do campo cultivado.

Além dos estudos da determinação de perdas por erosão com falhões munidos de sistemas coletores, onde, com relativa precisão, medem-se as perdas de solo e água, pode-se determinar as mudanças na superfície do solo provocadas pela erosão.

Vários métodos para medição das mudanças de nível da superfície foram sugeridos. Um processo simples é cravar no solo um prego de ferro galvanizado de 30 cm de comprimento; as medições da cabeça do prego até a superfície do solo mostrarão as mudanças no nível da superfície. Outro método simples é cravar tampas de garrafas na superfície do solo: assim, a erosão ocorrida depois de certo tempo é mostrada pelos pedestais formados com a proteção dada pelas tampas de garrafas.

Esses métodos também não permitem práticas agrícolas mecanizadas, comuns no cerrado, e os dados obtidos não refletem a condição do campo cultivado. Portanto, para verificar se está ocorrendo realmente erosão do solo em área de lavoura, é mais adequado realizar um acompanhamento anual da alteração mínima da configuração geográfica mais ampla no campo de cultivo. A metodologia atualmente utilizada é o uso do teodolito que requer tempo e mão-de-obra (até mesmo para cálculos após a medição). O índice de acerto e erro depende da operação do equipamento, já que a destreza do operador poderá proporcionar resultados distintos.

O equipamento de ondas luminosas, estação total (geogímetro) recentemente desenvolvido, não só faz a medição do ângulo e da distância, mas também é capaz de calcular as ordenadas tridimensionais. A precisão do cálculo em relação à distância é de 5mm + D x 2ppm (D = distância da medição), 4" em relação ao ângulo e o fato de ser operado por pessoas diferentes não altera os resultados. O tempo necessário para levantamento de um ponto é 1 minuto, o que possibilita a medição em um dia, de até 500 pontos de ordenadas (x, y, z), com mão-de-obra mínima de duas pessoas. Caso seja comparado com a medição feita pelo teodolito, isto corresponde ao trabalho de uma semana. A introdução do equipamento de ondas luminosas permite uma medição eficiente e com alto grau de confiabilidade.

O local para a realização do levantamento deverá ser o campo de cultivo, após a colheita e antes do preparo do solo para o plantio da próxima safra. A área estabelecida para a medição deverá estar localizada na parte superior do declive, que não sofre influência do escoamento superficial da água de fora. A área selecionada deverá ter declividade representativa da região, e o terreno, em direção às curvas de nível, deverá ser uniforme. Os dados meteorológicos são fundamentais não só para a erosão do solo, mas também para todos os itens do monitoramento ambiental e, portanto, deverão ser coletados dentro da área de pesquisa.

A medição da erosão do solo foi efetuada com um aparelho de ondas luminosas, na área selecionada para pesquisa, para ser medida em três dimensões. O mesmo procedimento foi realizado no ano seguinte para verificar o avanço da erosão por meio da alteração no volume do solo.

De modo geral, os procedimentos adotados nesse estudo foram os seguintes:

1) Estabelecimento do ponto base (x0,y0,z0) e o eixo x da linha base (Figura 6). O ponto base foi estabelecido num local onde não havia influências oriundas das atividades agrícolas, por meio de um marco de concreto enterrado e com estacas para protegê-lo do maquinário (Figura 7). Como ilustra a Figura 6, a linha base foi estabelecida colocando-se a estação total no ponto base (x0,y0,z0) e deste foram

visados pontos fixos, que normalmente não sofreram alterações, como torres, postes, galpões. Fez se a leitura do ângulo formado entre estes e o ponto base. A ordenada foi corrigida por meio da inserção das alturas da estação total e da haste do prisma refletor na memória do equipamento.

Objetivando maior precisão nos resultados dos levantamentos foram implantados perto das áreas de estudo dois marcos de concreto, preferencialmente com 90° entre si em relação ao ponto base, iguais ao implantado no ponto base. Dessa forma foram feitas tentativas para restituir a área do levantamento nos anos seguintes, com um referencial de nível, além dos ângulos.

2) O levantamento consistiu em mudar a haste com prisma refletor para cada ponto focal, disposto em malhas ou distribuído aleatoriamente, e ajustar o foco com o visor da estação total (Figuras 8, 9 e 10). No método do levantamento em grade, os pontos foram distribuídos em espaçamentos constantes de alguns metros, estendendo-se em forma de malhas. No caso do levantamento de método aleatório, foram escolhidos pontos aleatórios nos quatro vértices da área levantada.

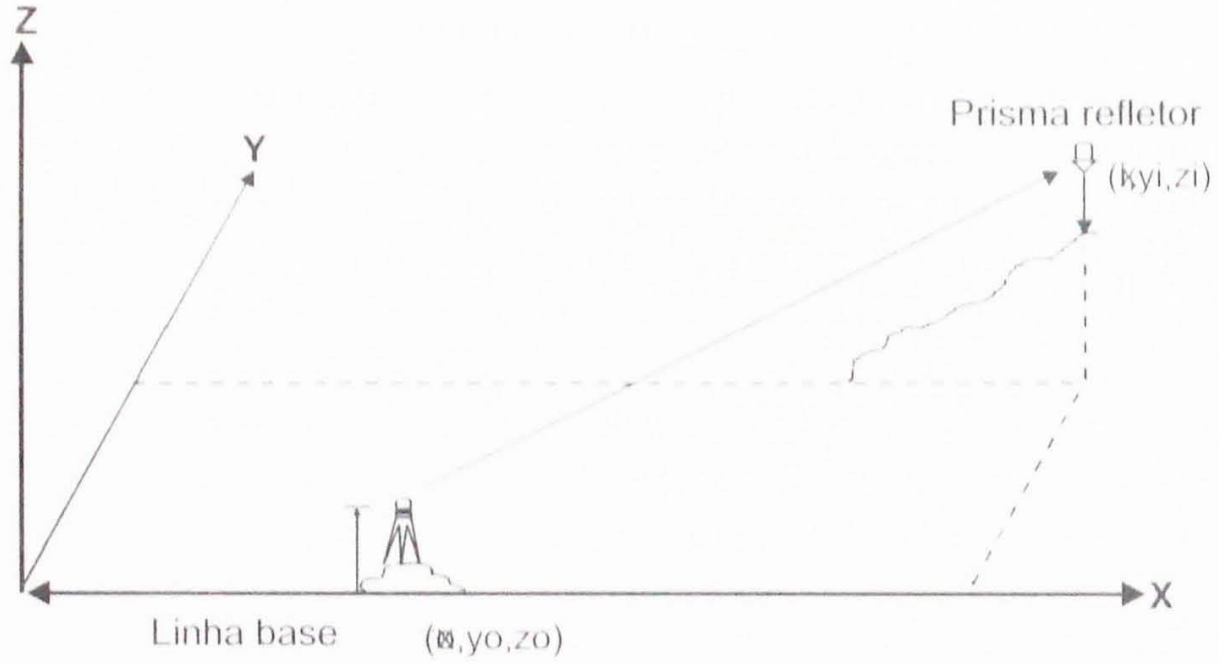


Figura 6. Medição de erosão do solo feita na estação total (Banzai et al., 1995).

Foto: Yoshii, out/95

Figura 7. Piquete de cimento foi enterrado para marcar base para medição de erosão no lote 32 no PC Gerais de Balsas - MA, protegido por quatro estacas de madeira.

Foto: Yoshii, julho/96

Figura 8. Eng. Agrônomo André Durante (de costas, no centro) está medindo erosão do solo com estação total no lote 32 do PC Gerais de Balsas - MA. Ao fundo, técnico Antônio João de Oliveira segura o bastão do prisma.

Foto: Yoshii, julho/96

Figura 9. Técnico Antônio João de Oliveira segura o bastão do prisma para medição de erosão no PC Gerais de Balsas - MA.

Foto: Yoshii, julho/96

Figura 10. A ponta de alumínio pontiagudo do bastão do prisma foi substituída pelo cubo de madeira para medir o nível de superfície do solo.

3) Os valores das ordenadas em três dimensões (x, y, z), que aparecem no visor da estação total, foram anotados em cadernetas de campo, ou gravados na memória, sem que apareçam no visor.

4) Ao processar os dados em computador, foi utilizado um software disponível no mercado, onde foram confeccionados mapas planialtimétricos e calculados os volumes a cada 5 cm de altura (z) para cada ano de levantamento.

5) Foram sobrepostos os mapas planialtimétricos de dois diferentes anos e localizadas as ocorrências da erosão ou do acúmulo do solo, por meio do deslocamento das linhas altimétricas. O recuo da linha de um ano a outro indica a erosão, e seu avanço mostra o acúmulo do solo.

6) O cálculo do volume da erosão ou do acúmulo do solo foi feito subtraindo-se o volume do último ano do volume do primeiro ano a cada 5 cm de altura (z).

5.1 Pesquisas efetuadas: avaliação da erosão do solo no Estado de Mato Grosso

A região de Ana Terra está situada a cerca de 450 km ao Norte de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso. Está localizada numa colina levemente ondulada, com altitude de 350 m, e encontra-se na área transitória do Cerrado para a Floresta Tropical amazônica. A temperatura média anual é alta, entre 24°C e 26°C, com chuva em abundância, concentrada de outubro a abril, e o índice pluviométrico oscila entre 1.600 mm a 2.000 mm. O solo do local do empreendimento é constituído principalmente por Latossolo Vermelho-Amarelo (Tabela 4, Figura 11). Faz parte da segunda fase do Programa Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados – Prodecer II, iniciado em 1985. Atualmente, 13.000 ha de terras agrícolas vêm sendo trabalhadas, sobretudo com a cultura da soja.

Tabela 4. Análises químicas e físicas do solo do PC Ana Terra – MT, 1994.

PERFIL: Ana Terra I- Lote 40 Lab.: CPAC Data: 01.06.94

Símbolo	Profundidade (cm)	Composição Granulométrica tfsa (%)				Umidade Atual	Densidade (g/cm³)		Porosidade (%)	Macro Porosidade (%)	pH (1:2,5) H_2O	Complexo Sortivo (m E/100g)					P assimilável (ppm)
		Areia Grossa 2-0, 20mm	Areia Fina 0,20-0,05mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila < 0,002mm		Aparente	Real				Ca	Mg	K	Al	H	
A1	0-7	18	33	8	41	22,19	1,08	2,52	57,14	27,03	5,7	3,60	1,1	0,1	0,0	2,05	5,2
A3	7-15	20	32	6	42	22,80	1,19	2,58	53,88	25,55	5,8	3,07	1,0	0,0	0,0	2,24	3,0
BA	15-35	16	30	6	48	22,72	1,04	2,52	58,73	31,60	5,2	0,98	0,7	0,0	0,0	2,93	0,5
B21	35-50	15	29	2	54	22,67	1,13	2,55	55,69	28,76	4,4	0,50	0,1	0,0	0,1	3,09	0,3
B22	50-80	13	27	3	57	22,92	1,13	2,49	54,62	27,54	4,5	0,29	0,1	0,0	0,0	2,49	0,2
B23	80-150	11	27	4	58	23,75	1,18	2,52	53,17	23,08	3,9	0,10	0,0	0,0	0,0	2,20	0,3

Foto: Orioli, maio/94

Figura 11. Perfil do solo do lote 40 do PC Ana Terra - MT.

A gleba que foi objeto da pesquisa é cultivada anualmente com soja na época da chuva (outubro – abril). A textura do solo é argilo-arenosa nas cinco camadas verificadas na prospecção de 150 cm e quanto mais perto da superfície do solo, maior é a presença da areia (Tabela 4). A área de pesquisa foi delimitada num espaço retangular de 600 m de comprimento ao longo do declive por 100 m de largura, com a parte mais alta da gleba situada ao meio. Tendo o topo de aproximadamente 7,0 metros de altura como divisor, o declive da área é de 4,32% na direção sudeste e 1,32% na direção noroeste (Figuras 12, 13 e 14). A avaliação da erosão do solo foi iniciada em 1993 e concluída em 1996, tendo sido levantados 671 pontos em grades com espaçamento de 10 m x 10m.

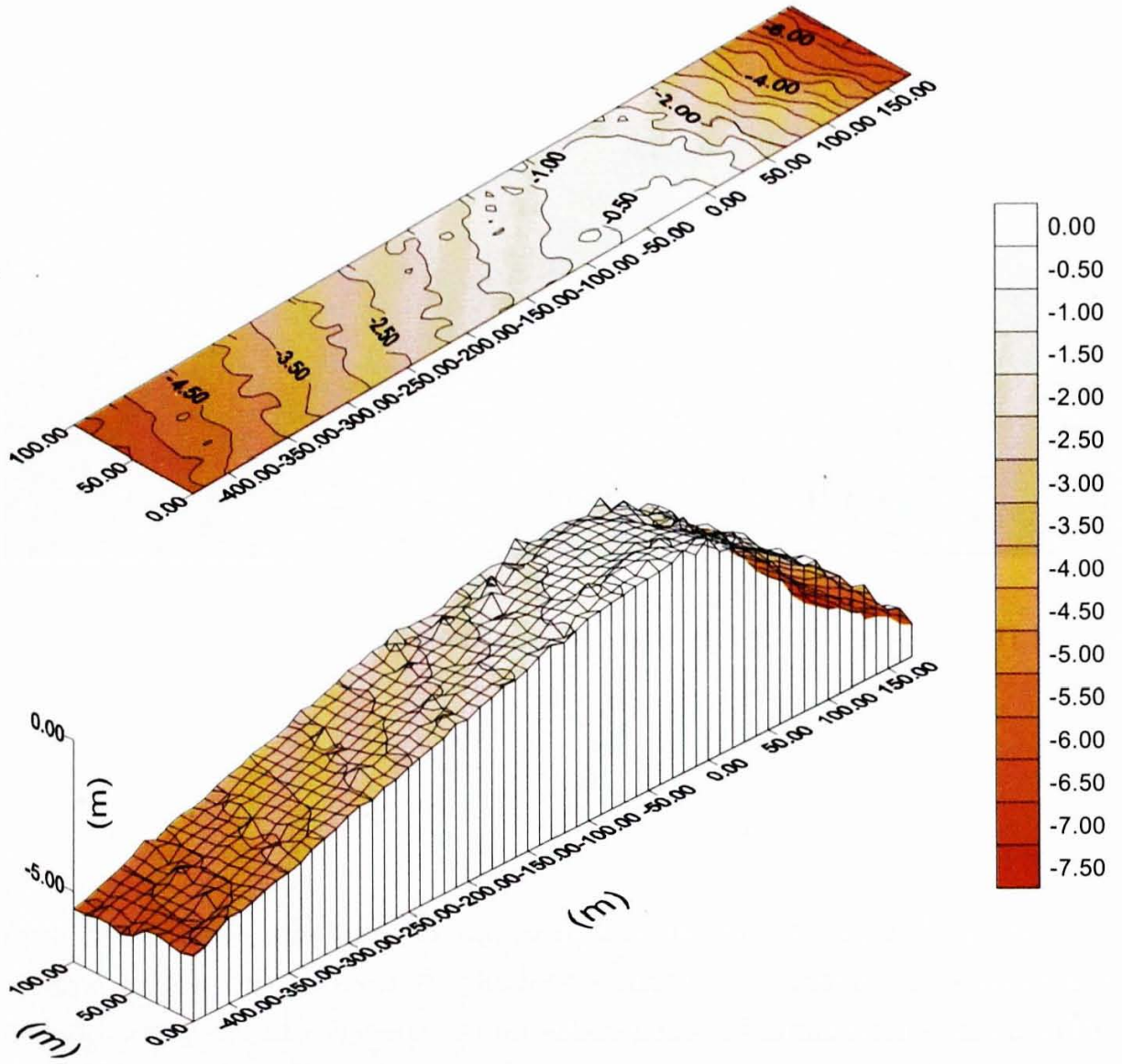


Figura 12. Mapas planialtimétrico e alto-relevo da área do levantamento da erosão do solo do lote 40 do PC Ana Terra - MT, 1993.

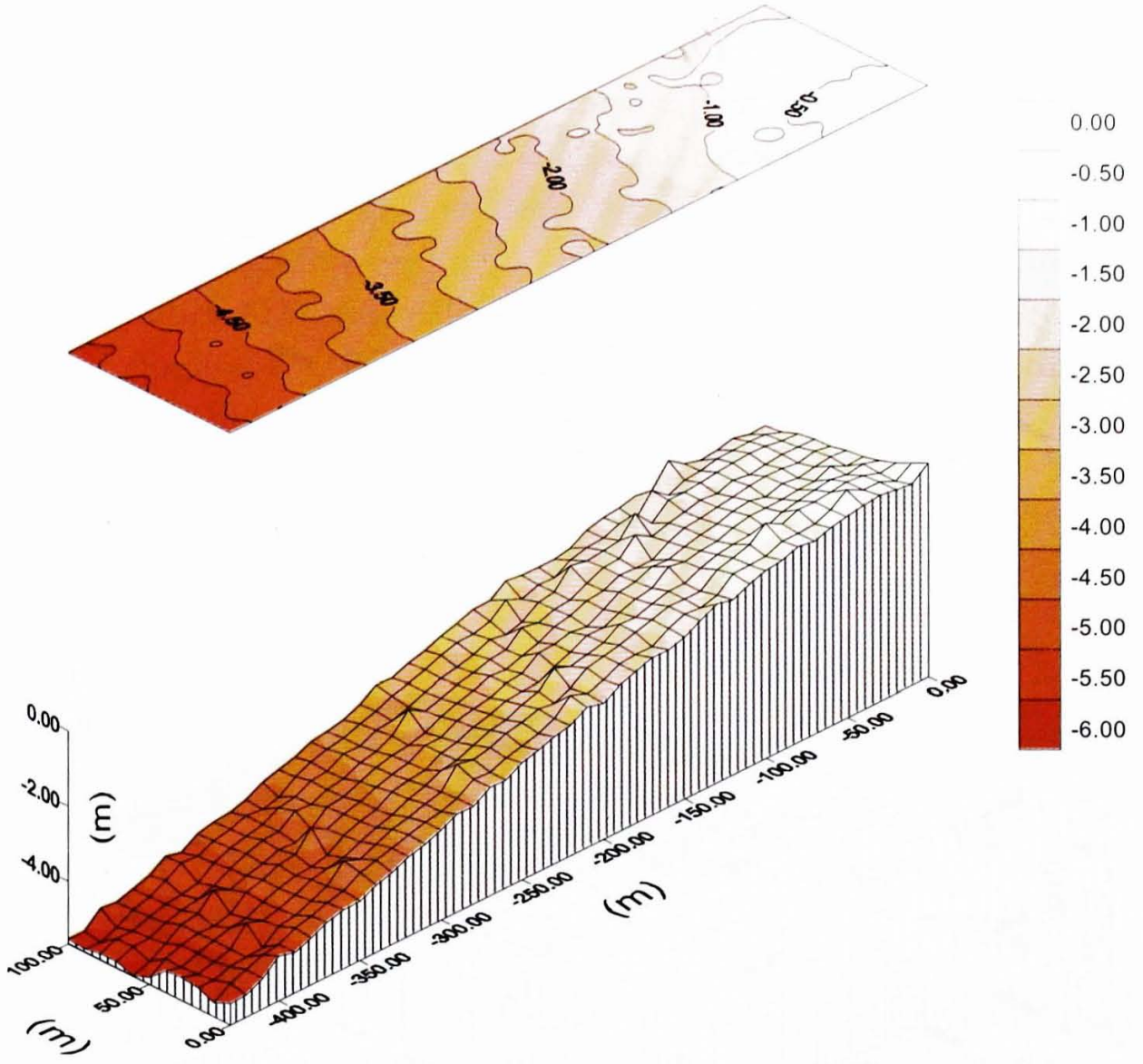


Figura 13. Mapas planialtimétrico e alto-relevo do declive de 1,32% na direção noroeste da área do levantamento da erosão do solo do lote 40 do PC Ana Terra - MT, 1993.

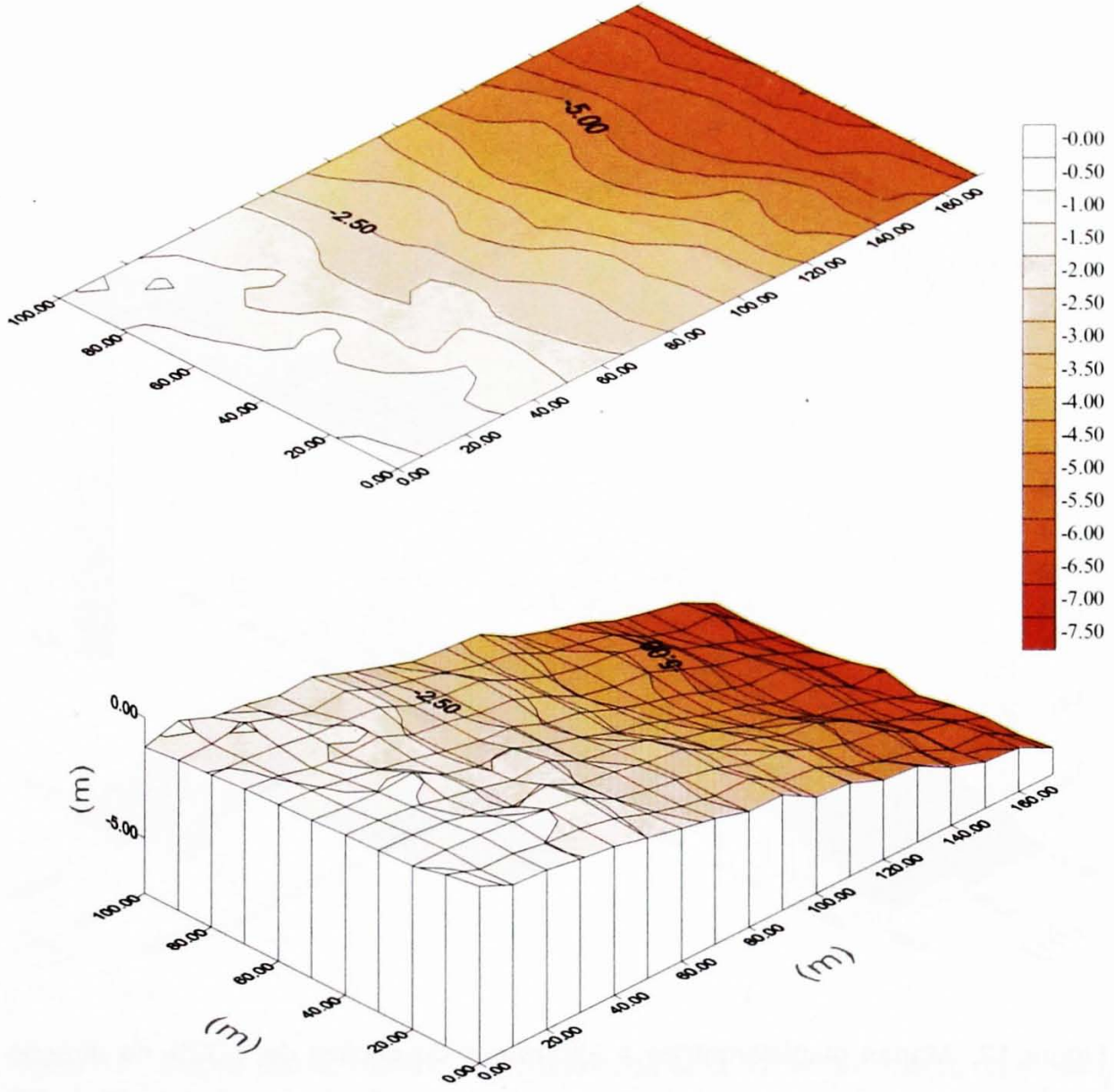


Figura 14. Mapas planialtimétrico e alto-relevo do declive de 4,32% na direção sudeste da área do levantamento da erosão do solo do lote 40 do PC Ana Terra - MT, 1993.

A Figura 15 ilustra a comparação do mapa com curvas de nível feito em 1996 com o de 1993, época em que a pesquisa foi iniciada. Quando as linhas das curvas de nível do mapa de 1996 estiverem retraídas, comparadas às do mapa de 1993, significa que está ocorrendo a erosão do solo, e no caso contrário, indica a ocorrência do acúmulo do solo. Na área selecionada para pesquisa, a erosão do solo ocorreu em ambas as direções, na forma de erosão laminar. Podemos observar o fenômeno principalmente na direção noroeste entre a curva de nível - 2,0 m e - 5,0 m (Figura16). Quanto à direção sudeste, apesar da sua maior declividade, há pouca ocorrência de erosão (Figura 17). Pode-se considerar que isto se deve à correta implantação dos terraços como medida de controle da erosão.

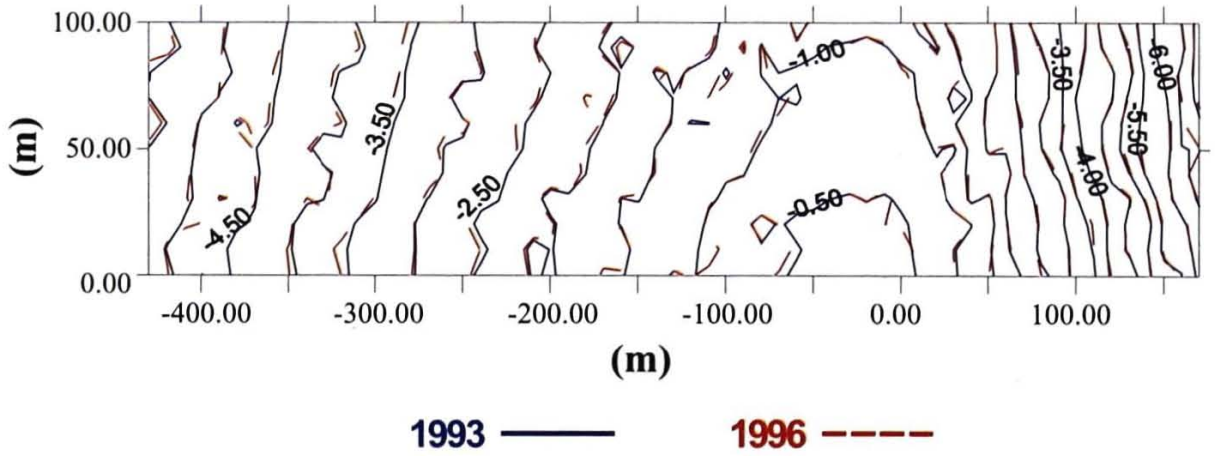


Figura 15. Mapa planialtimétrico da área do levantamento da erosão do solo do lote 40 do PC Ana Terra - MT, de 1993 e 1996.

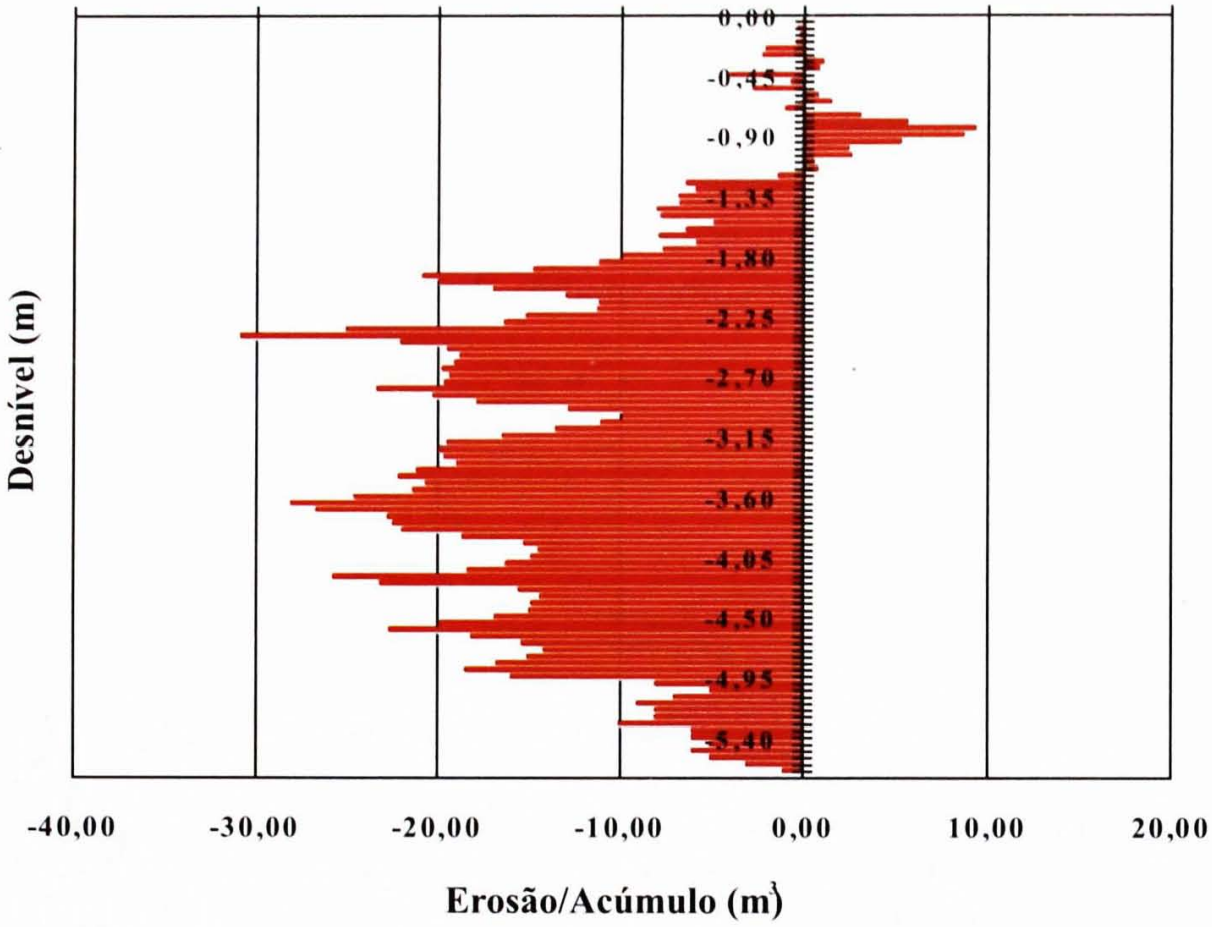


Figura 16. Distribuição da erosão e do acúmulo do solo do declive de 1,32% na direção noroeste do lote 40 do PC Ana Terra - MT, de 1993 a 1996.

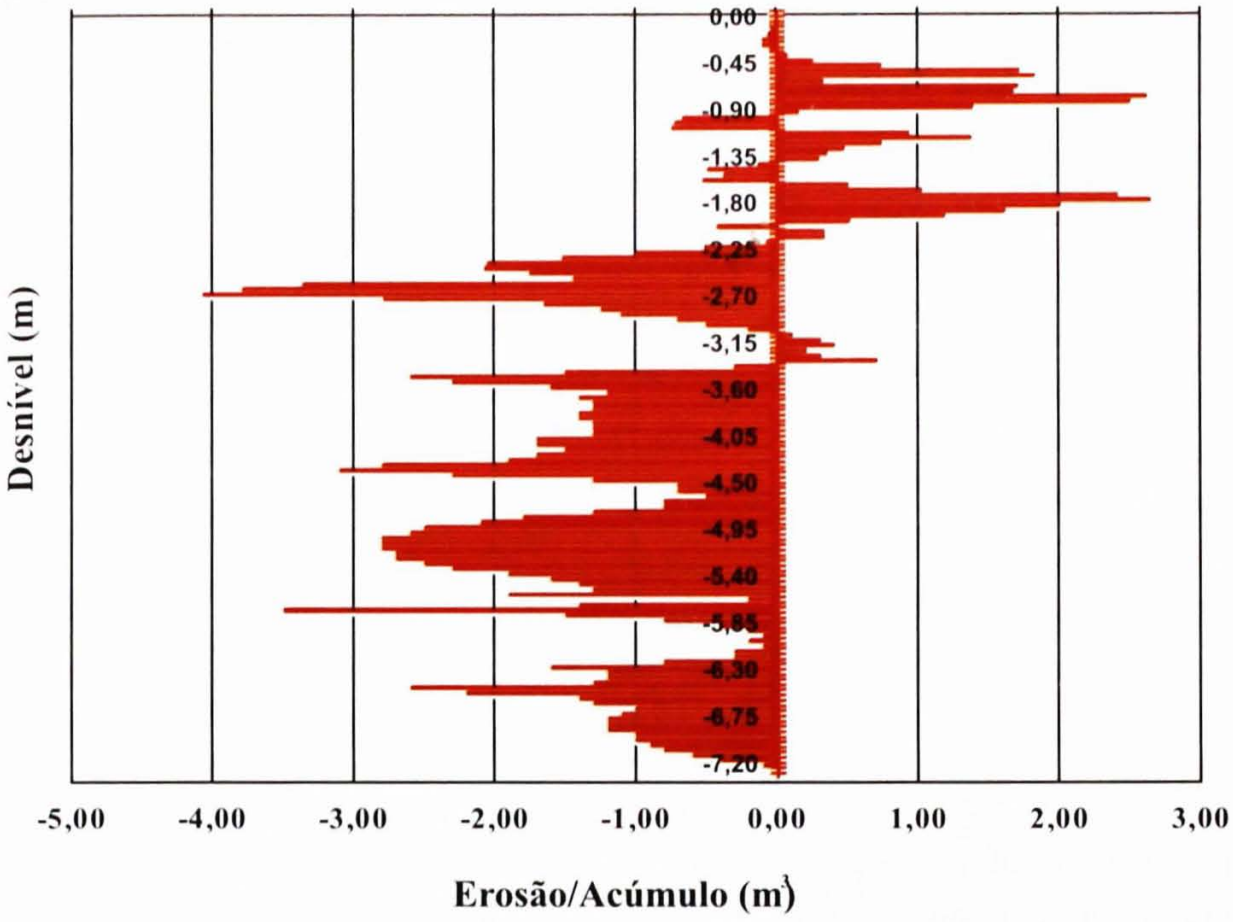


Figura 17. Distribuição da erosão e do acúmulo do solo do declive de 4,32% na direção sudeste do lote 40 do PC Ana Terra - MT, de 1993 a 1996.

Ao efetuar o cálculo do volume da erosão do solo no local, pela comparação do volume medido da área dos mapas de 1993 e 1996, verifica-se o volume de 235,2 m^3/ha em três anos, ou a média anual de 7,8 mm na forma de erosão laminar (Tabela 5). Ao transformar esse valor para ha/ano, temos 78,4 m^3/ha. A característica física do solo dessa gleba consta na Tabela 4. Devido à alta densidade aparente e ao alto teor de areia, pode-se desconsiderar o efeito da acomodação do solo que tem boa drenagem pela presença do macroporos (menor do que pF1.8), bem como boa quantidade de microporos (pF1.8-4.2) que assegura a retenção da água. Na direção noroeste da gleba, será necessária a instalação de curvas de nível com intervalos de cerca de 30 m para o controle da erosão do solo.

Tabela 5. Cálculo do volume da erosão do solo no lote 40 do PC Ana Terra - MT, de 1993 a 1996.

	Área Total	Declive 1,32% (NO)	Declive 4,32% (SE)
Total Vol. (m^3/3 anos)	-1.411,00	-1.299,00	-112,40
Área (ha)	6,00	4,30	1,70
Vol. (m^3/ha/3 anos)	-235,17	-302,09	-66,12
Média Anual (m^3/ha/ano)	-78,39	-100,70	-22,04
Lâmina (mm/ano)	-7,8	-10,1	-2,2
Peso (t/ha/ano)	-84,66	-108,75	-23,80

Ao realizar a pesquisa sobre o controle da erosão em grande área, por vários anos consecutivos, pode ocorrer que o agricultor instale as curvas de nível na área selecionada, o que tornarão inúteis todos os dados levantados. Felizmente, esse fato não ocorreu nessa pesquisa, porém é muito importante conversar com o agricultor para obter sua compreensão e colaboração. Conforme o local, seria adequado selecionar como área de pesquisa um espaço entre 0,2 ha a 1 ha e efetuar a medição numa grade de 2 m a 4 m, para que durante a pesquisa não se verifiquem as influências das curvas de nível.

5.2 Pesquisas efetuadas: medição de erosão do solo no Estado do Tocantins

O Projeto de Colonização Pedro Afonso está situado cerca de 130 km ao norte de Palmas, em topografia levemente ondulada, com altitude de aproximadamente 300 m, na região do Cerrado. A temperatura média anual é alta, entre 24°C a 26°C, com índice pluviométrico anual de 1.500 mm em média, concentrado de outubro a abril. O solo do local do projeto é constituído, principalmente, por Latossolo Vermelho-Amarelo.

O Projeto faz parte da terceira fase do Prodecer e, atualmente, cerca de 20.000 hectares vêm sendo trabalhados notadamente com a cultura da soja.

O levantamento da erosão do solo foi feito após a colheita da safra e antes do preparo do solo, em 1997 e 1998, numa área de 2.500 m^2 (50 m x 50 m), nos lotes 5 e 17 do PC Pedro Afonso, utilizando-se dois métodos: em grade e o aleatório (Figuras 18, 19, 20 e 21). A textura do solo do lote 5 é do tipo areia franca e a do 17, argilo-arenosa (Tabela 6).

Foto: Yoshii, abril/99

Figura 18. Perfil do solo do lote 5 do PC Pedro Afonso – TO.

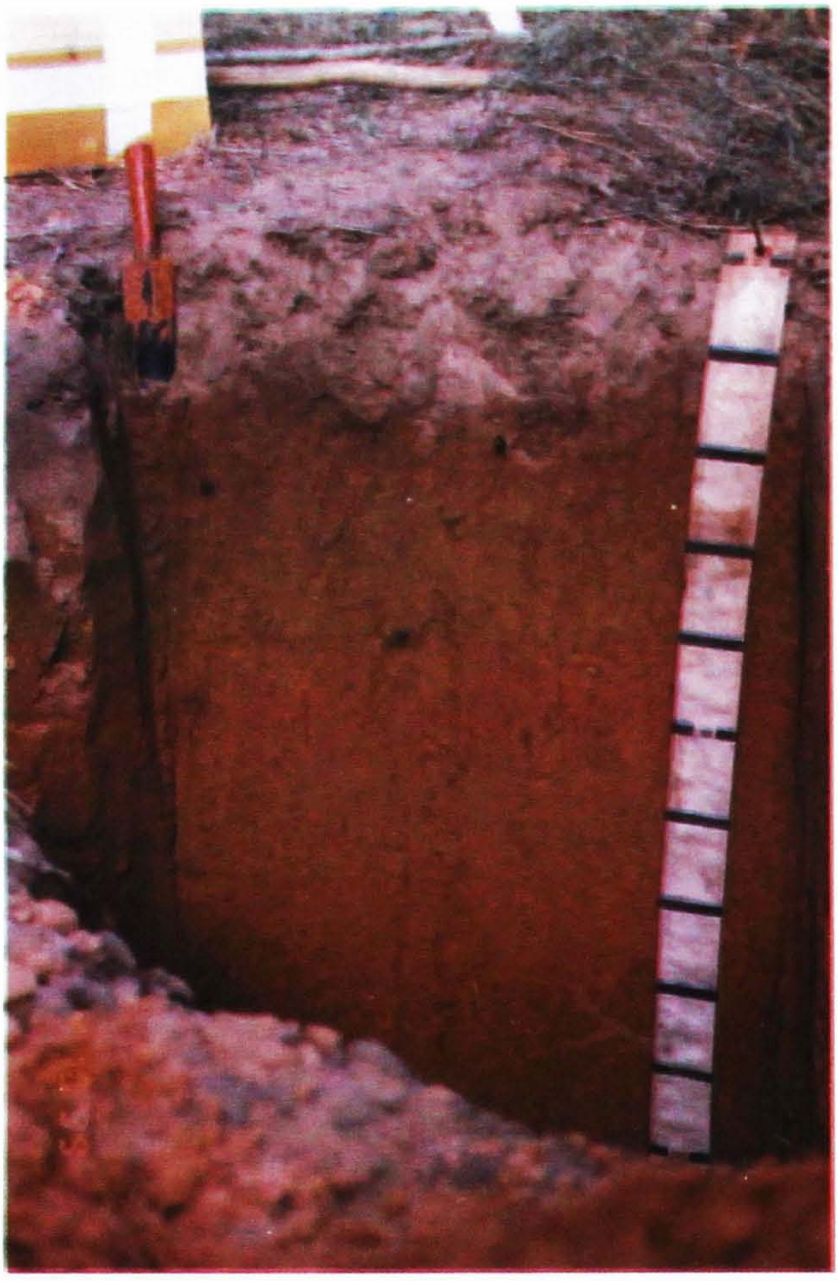


Foto: Yoshii, abril/99

Figura 19. Perfil do solo do lote 17 do PC Pedro Afonso – TO.

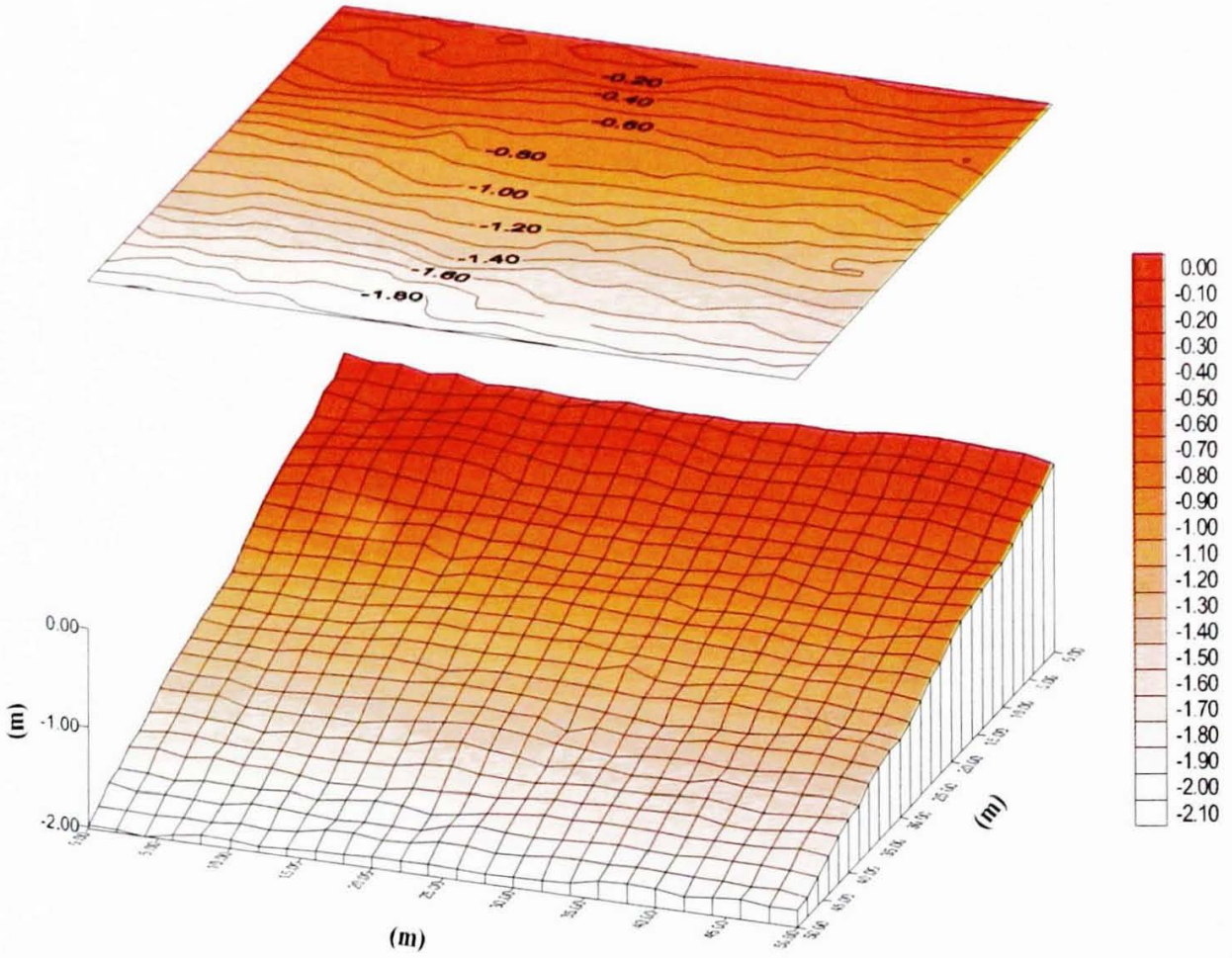


Figura 20. Mapas planialtimétrico e de alto-relevo da área do levantamento da erosão do solo no lote 5 do PC Pedro Afonso – TO, 1998. (Método de grade).

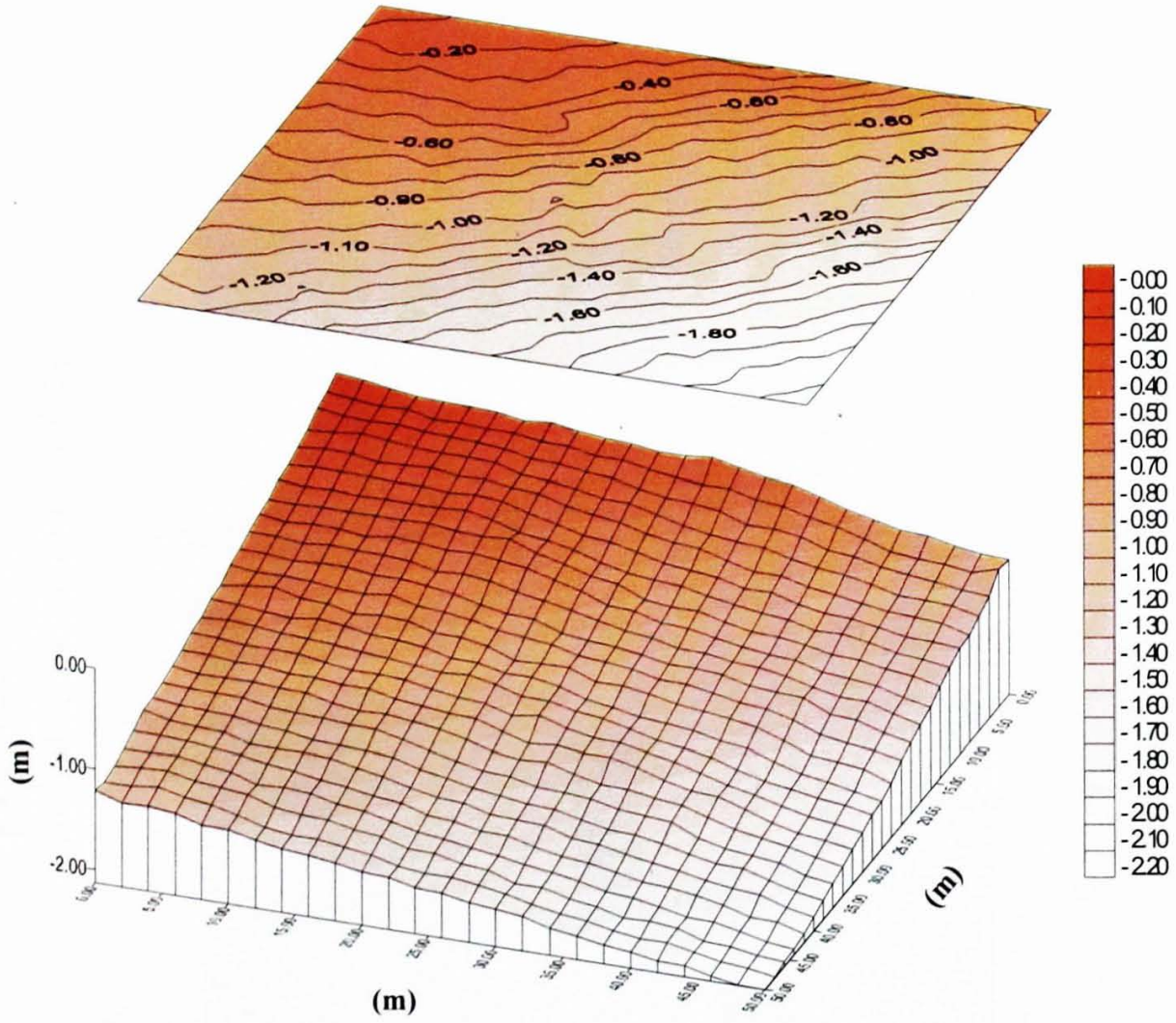


Figura 21. Mapas planialtimétrico e de alto-relevo da área de levantamento da erosão do solo no lote 17 do PC Pedro Afonso – TO, 1998. (Método de grade).

Tabela 6. Análises químicas e físicas do solo dos dois lotes do PC Pedro Afonso - TO, abril/99.

Perfil : P C Pedro Afonso **Laboratório : LAS** Data : 22/04/99

Lotes	Amostra	Profundidade (cm)	Composição Granulométrica tfsa %				pH (1:2,5)	Complexo Sortivo meq/100g					P Assimilável (ppm)
			Areia Grossa 2-0,20mm	Areia Fina 0,20-0,05mm	Sílte 0,05-0,002mm	Argila <,002mm	H_2O	Ca	Mg	K	Al	H	
Lote 05	A1/AP	0 - 15	16,9	32,4	12,7	38,0	5,20	0,73	0,35	0,10	0,27	4,53	10
	AB	15 - 25	16,9	31,9	14,4	36,8	4,90	0,16	0,1	0,05	0,32	3,68	1
	BA	25 - 40	10,9	33,0	14,4	41,7	4,80	0,08	0,1	0,03	0,13	2,87	1
	Bw 2.1	40 - 65	9,7	35,1	12,4	42,8	5,10	0,1	0,13	0,01	0,03	2,07	1
	Bw 2.2	65 - 90	9,2	35,6	11,9	43,3	4,90	0,02	0,04	0,02	0,03	1,77	1
	B3	90 - 120	10	34,6	12,6	42,8	5,30	0,03	0,02	0,01	0,02	1,28	1
Lote 17	AP	0 - 20	27,5	58,40	1,60	12,50	6,50	0,92	0,28	0,08	0,04	0,66	7
	AB	20 - 35	25,2	56,00	2,60	16,20	5,10	0,09	0,06	0,01	0,31	1,19	1
	BA	35 - 50	20,7	58,30	3,30	17,70	5,00	0,05	0,04	0,01	0,33	0,97	1
	Bw 2.1	50 - 80	18,2	53,00	3,30	25,50	4,70	0,04	0,03	0,00	0,19	0,81	1

No método de levantamento em grade, os pontos foram distribuídos em espaçamentos constantes de dois metros, estendendo-se em forma de malhas, para que fossem coletados 676 pontos. Entretanto, no caso do levantamento de pontos aleatórios, foram medidos sete pontos aleatórios em cada quadro de 5 x 5 m (700 pontos) e em quatro vértices da área levantada, somando-se 704 pontos.

No momento do processamento dos dados em computador, foi utilizado o software *Surfer*, onde foram confeccionados mapas planialtimétricos e calculados volumes a cada 5 cm de altura (z) para cada ano de levantamento. Calculou-se o volume da erosão ou do acúmulo do solo, subtraindo o volume do último ano do volume do primeiro ano a cada 5 cm de altura (z).

Foram sobrepostos os mapas planialtimétricos de dois anos diferentes e localizadas as ocorrências da erosão ou do acúmulo do solo, pelo deslocamento das linhas altimétricas. O recuo da linha de um ano a outro indica a erosão do solo e o seu avanço mostra acúmulo do solo.

No lote 17 do PC Pedro Afonso observou-se mais o recuo do que o avanço da linha de 1998 em comparação com 1997, significando a erosão do solo tanto do método de grade quanto do aleatório. Entretanto, no lote 5 do mesmo projeto as linhas de 1997 e 1998 cruzam-se com freqüência, de ambos os métodos, o que torna difícil a verificação da ocorrência de erosão ou acúmulo na área (Figuras 22, 23, 24 e 25).

Os levantamentos realizados nos lotes 5 e 17 do PC Pedro Afonso apresentaram resultados semelhantes em ambos os métodos, sendo -1,23 e -6,34 mm no método de grade e -1,49 e -6,80mm no método aleatório, na forma de erosão laminar, respectivamente, permitindo avaliar a erosão do solo em ¼ hectare no período de um ano; no lote 5 a erosão do solo foi menor que no lote 17 devido ao solo deste ser mais arenoso e, portanto, mais susceptível à erosão (Tabelas 6 e 7, Figura 26).

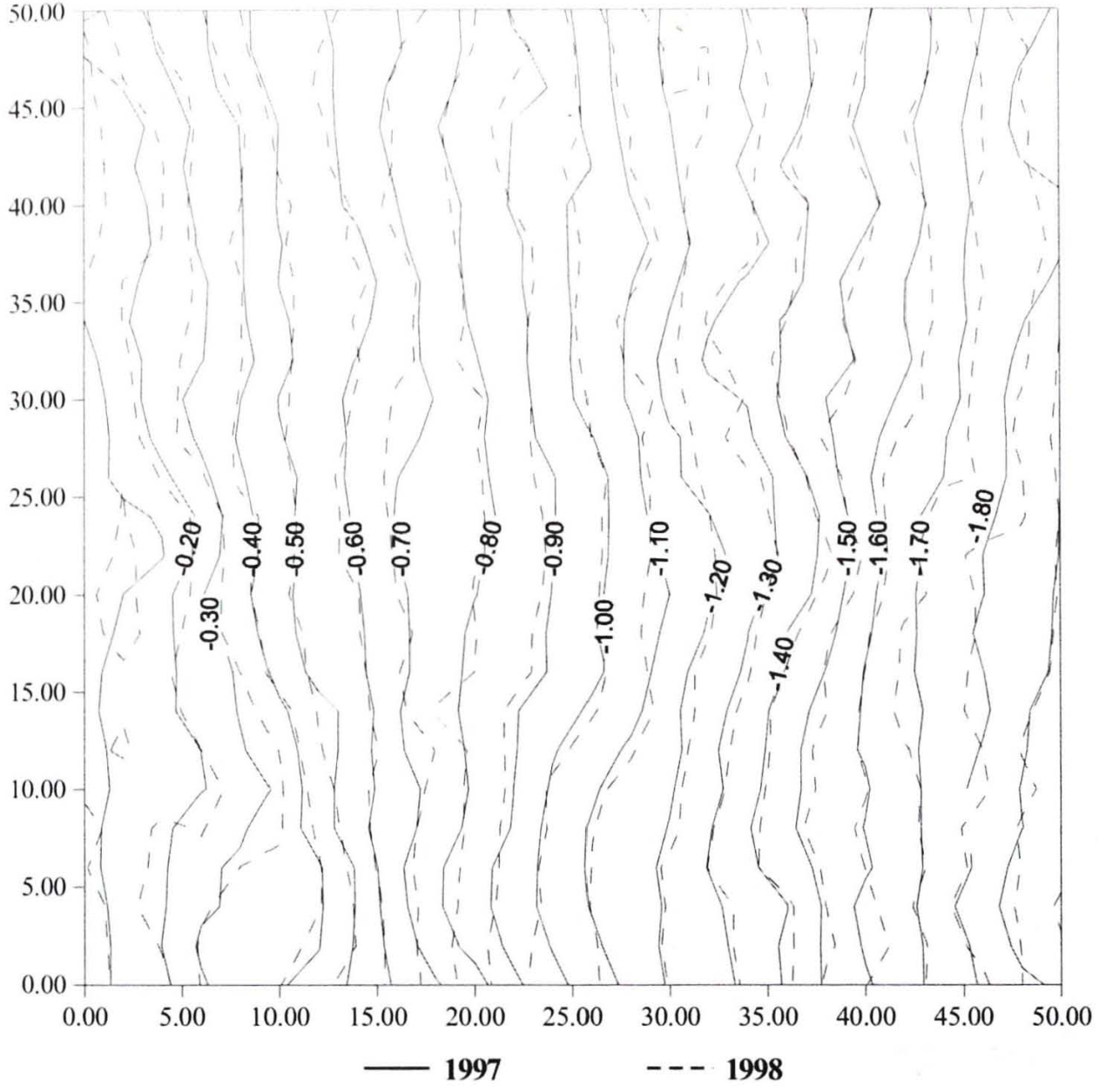


Figura 22. Deslocamento de curvas de nível do lote 5 do PC Pedro Afonso – TO, de 1997 a 1998. (Método de grade).

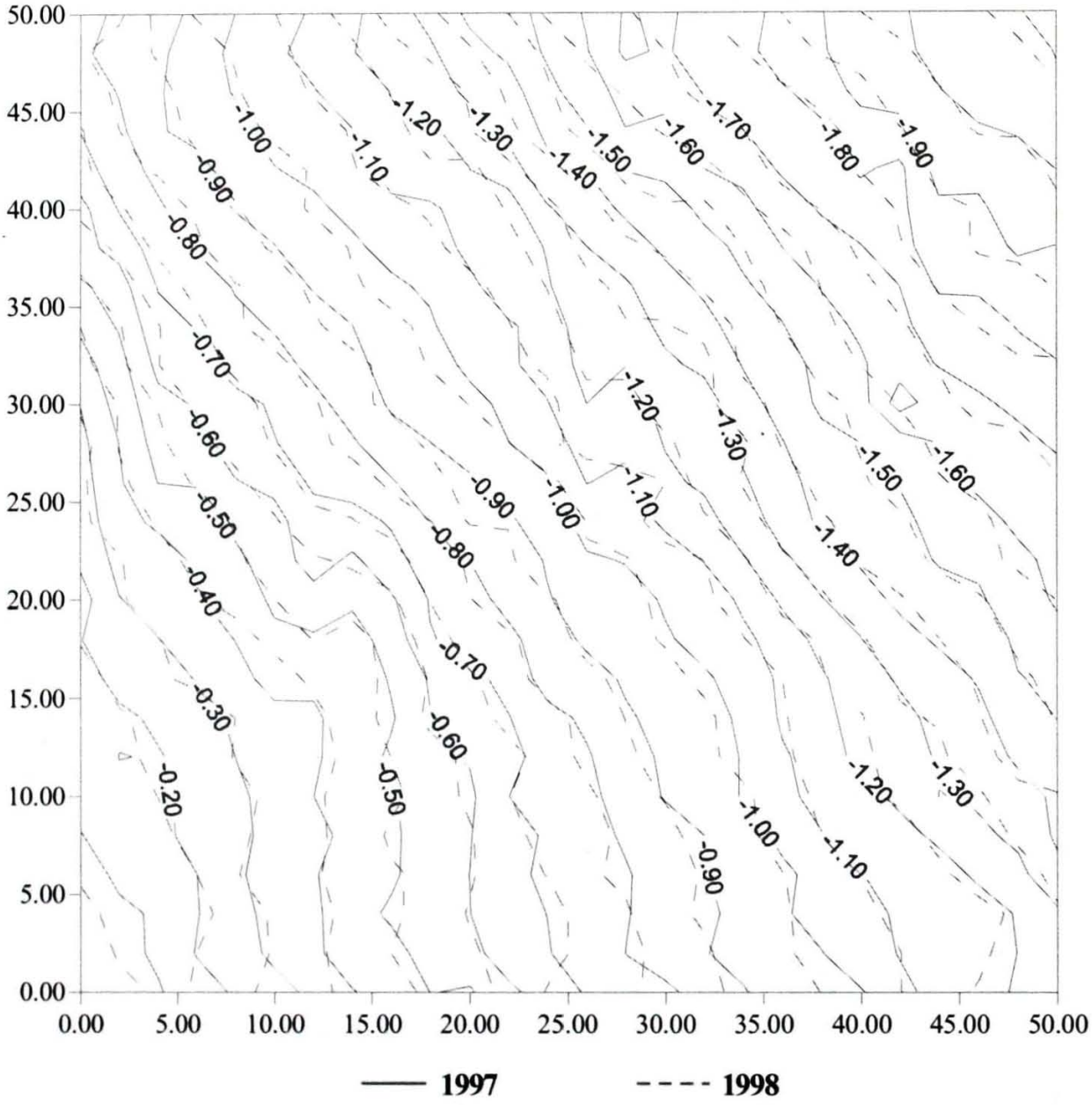


Figura 23. Deslocamento de curvas de nível do lote 17 do PC Pedro Afonso – TO, de 1997 a 1998. (Método de grade).

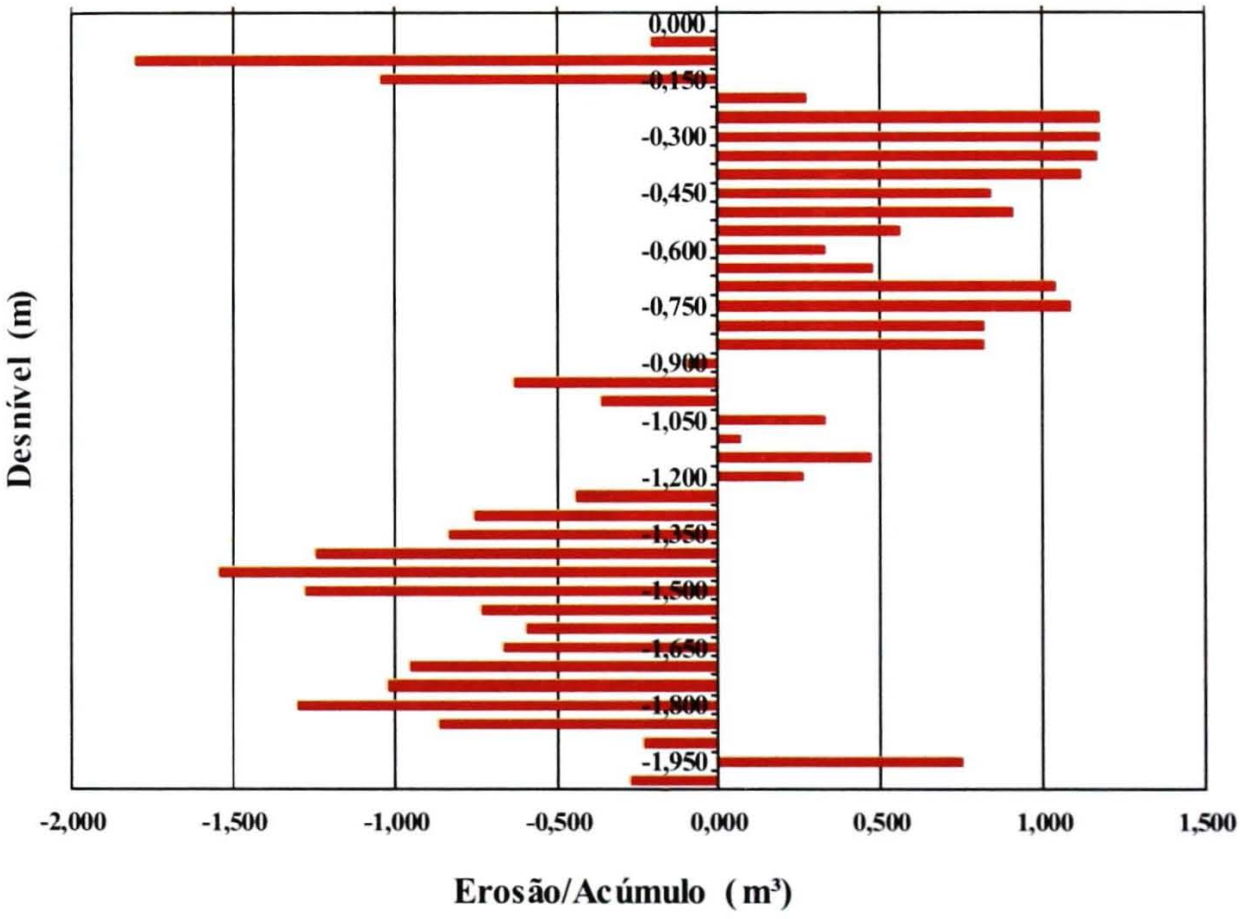


Figura 24. Distribuição da erosão e do acúmulo do solo no lote 5 do PC Pedro Afonso – TO, de 1997 a 1998. (Método de grade).

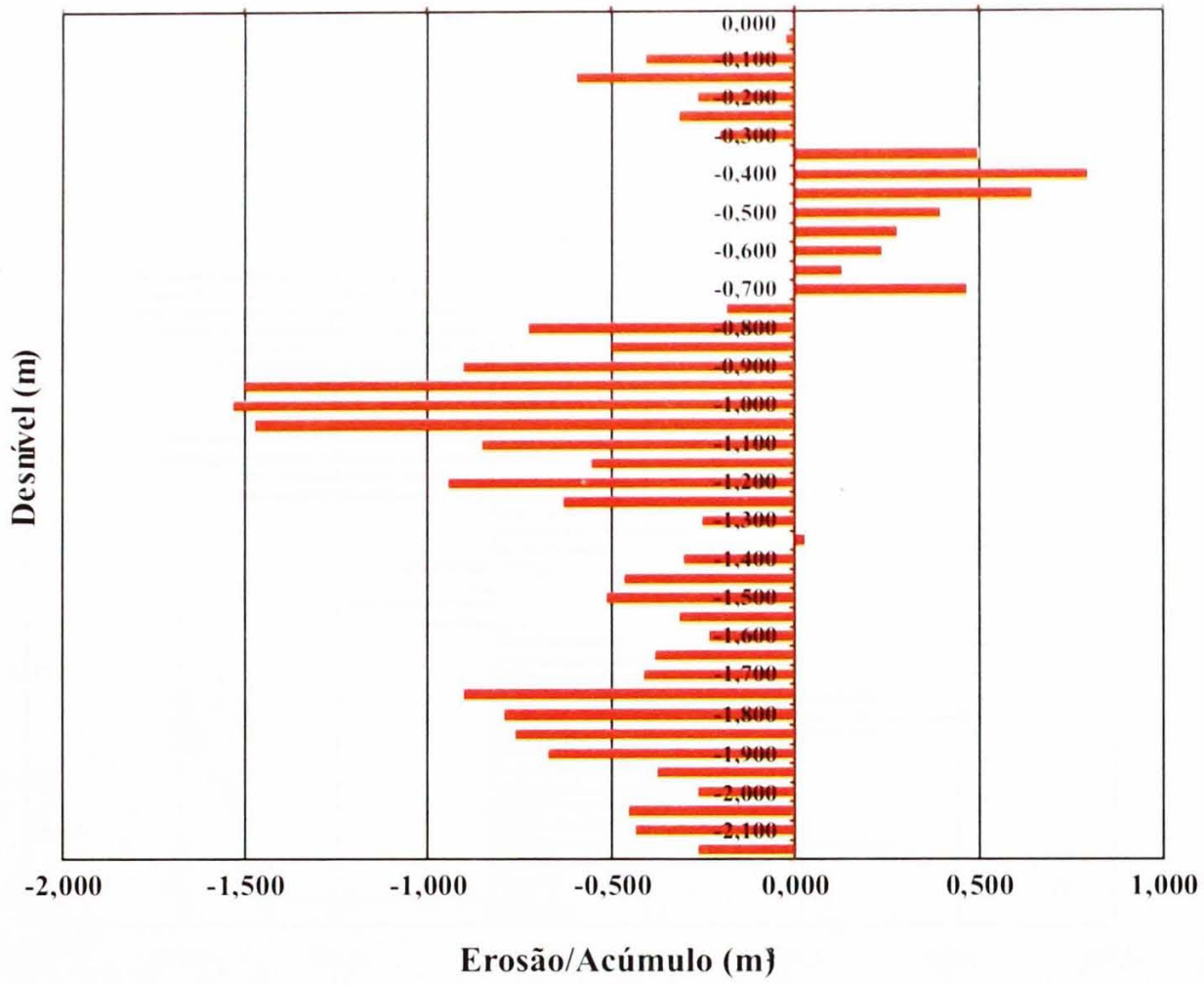


Figura 25. Distribuição da erosão e do acúmulo do solo no lote 17 do PC Pedro Afonso – TO, de 1997 a 1998. (Método de grade).

Tabela 7. Comparação entre dois métodos de medição do volume de solos nos dois lotes do PC Pedro Afonso – TO de 1997 a 1998.

Método	Lotes	Volume (m^3/ha)		Diferença (m^3/ha)	Lâmina		
		1998	1997	98-97	m	cm	mm
Grade	L. 05	10.081,16	10.093,44	-12,28	-0,00123	-0,123	-1,23
	L. 17	11.046,16	11.109,56	-63,40	-0,006340	-0,634	-6,34
Aleatório	L. 05	10.041,24	10.056,12	-14,88	-0,001488	-0,149	-1,49
	L. 17	11.006,48	11.074,44	-67,96	-0,006796	-0,680	-6,80

Foto: Yoshii, abril/99

Figura 26. Dr. Álvaro (Campo) examina o perfil de solos e acha uma compactação na camada de 10-20 cm do solo, que causou a erosão laminar de mais de 6 mm por ano no lote 17 do PC Pedro Afonso - TO.

5.3 Bibliografia Consultada

BANZAI, K.; FUMOTO, T.; IWAMA, H.; TANIYAMA, I.; MAYUMI, H. Measurement of soil erosion in reclaimed land with optical land surveyer. **Soil Physics**, v.71, p.53-56, 1995. Texto em japonês.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

IWAMA, H. Solo do cerrado e questão para a agricultura sustentável. **Association for International Cooperation of Agriculture & Forestry - AICAF**, v.18, n.4, p.10-17, 1996. Texto em japonês.

IWAMA, H. **Manual para extensão agrícola na América do Sul**. Tóquio: Associação Japonesa para Difusão do Melhoramento Agrícola, 1993. p.211-249. Texto em japonês.

ORIOLI, A.L.; DURANTE, A.F.N.; OLIVEIRA, A.J.; NIINO, Y.; YOSHII, K. Avaliação da erosão de solos em área agrícola de cerrado no estado de Mato Grosso através de estação total (Geogímetro). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Resumos**... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p. 447.

ORIOLI, A. L.; DURANTE, A. F .N.; YOSHII, K.; OLIVEIRA, A.J. **Avaliação da erosão do solo em área de plantio direto no Cerrado através de estação total (Geogímetro)**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo, RS. Anais ... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p.117-119.

ORIOLI, A.L.; OLIVEIRA, A.I.; DURANTE, A.F.N.; YOSHII, K.; FURUHATA, A. **Medição da erosão de solo em áreas agrícolas de cerrado do Tocantins através de estação total (Geogímetro).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. [Ciência do solo e qualidade de vida: anais]; [Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999]. CD-ROM.

Capítulo 6

Monitoramento da qualidade da água

Kazuhiro Yoshii

Akira Furuhata

Antonio João de Oliveira

6.1 Procedimento adotado para o monitoramento

De forma geral, para o monitoramento da qualidade da água, seleciona-se o rio que percorre toda a extensão do projeto. Os pontos de coleta foram cinco no total, levando em consideração a montante, a jusante, o meio e o ponto de confluência do tributário. A periodicidade da coleta das amostras foi de uma vez por mês, em dia e hora predeterminados, nos pontos selecionados. As amostras foram colhidas por meio de recipiente de polietileno e conservadas também em frasco de polietileno. Como o valor do pH e da condutividade elétrica fornecem rapidamente a informação sobre a alteração da qualidade da água, esses parâmetros foram medidos no local da coleta. Juntamente com a coleta da amostra foi medida a vazão do rio, permitindo o cálculo da quantidade total de uma substância, multiplicando-a pela concentração dos seus elementos e, portanto, a quantidade total de entrada e saída da bacia hidrográfica. Esse valor, somado às informações acerca da situação da retenção da água e alteração do nível do rio, serviu para o planejamento da utilização dos recursos hídricos na irrigação e pecuária. Como, muitas vezes, as amostras coletadas eram transportadas a longa distância, foram conservadas em recipiente refrigerado.

Uma vez que a qualidade da água poderá sofrer alterações durante o ano, ou mesmo de um ano para outro, a pesquisa foi realizada de forma contínua na mesma localidade ao longo do tempo. Quando houve pouca variação na qualidade da água durante esse período, a medição foi suspensa. Após a suspensão, quando houve grande alteração no uso do solo dentro de bacia hidrográfica, detectou-se a necessidade de realizar a medição imediatamente. Portanto, é conveniente nesse tipo de estudo, que se mantenha a equipe de medição disponível para retomá-la a qualquer momento. A qualidade da água dentro e nos arredores das lavouras muda de acordo com a quantidade de fertilizantes e defensivos agrícolas utilizados, a população, bem como o número e o tipo de animais domésticos. Portanto, foram importantes a obtenção das informações a seguir:

1) Forma de uso do solo
   a) área da bacia hidrográfica, área da vegetação (floresta, pastagem natural e área de forrageira plantada), área de lavoura (soja, milho, arroz de sequeiro, feijão, hortaliças e também a área irrigada), área destinada a cultura perene (café), área degradada, várzea, lago, lagoa, outros (rio, estrada etc.);
   b) população dentro da área da bacia hidrográfica, número de animais (gado de corte, gado leiteiro, suínos, aves);
   c) área residencial, área industrial, área pública, currais (legendados em mapa por meio de códigos).
2) Situação de uso de fertilizantes e defensivos agrícolas
   a) Volume de aplicação de fertilizantes (N, P, K, Ca) por hectare, incluindo aqueles destinados à correção do solo;
   b) Tipo e princípios ativos do defensivo agrícola e dosagem de aplicação por hectare.

É desejável que seja realizada a pesquisa por meio de entrevistas e de sensoriamento remoto, uma vez que em muitos casos a bacia hidrográfica é bem ampla. Para o monitoramento da qualidade da água é indispensável analisar a relação entre o levantamento de campo e o resultado da análise da qualidade da água. Para tanto, deverão ser avaliados os sistemas naturais para autopurificação da água.

6.2 Itens analisados e metodologia aplicada

Nitrogênio, fósforo e COD (Demanda Química de Oxigênio, índice para matéria orgânica) são elementos relacionados com a eutroficação dos mananciais de água. Se houver nutrientes como nitrogênio e fósforo, as algas presentes na água passam a reproduzir-se pela fotossíntese, incorporando dióxido de carbono. Com a reprodução das algas em grande escala, sua morte e decomposição no leito do rio, ocorrerá um fenômeno no qual a decomposição desses sedimentos consumirá boa parte do oxigênio dissolvido e tornará a água deficiente de oxigênio, o que prejudicará o ecossistema da fauna e da flora aquática.

Com a presença do alto teor de oxigênio dissolvido na água, as matérias orgânicas dissolvidas podem ser decompostas em dióxido de carbono e água. Além disso, os componentes das matérias orgânicas contêm nitrogênio, tais como proteínas, que formam NH_4^+ e passando por NO_2^-, e pela oxidação transforma-se em NO_3^-, que passa a existir de forma estável na água. Quando fertilizantes nitrogenados ou esterco de gado são aplicados na lavoura, aqueles que não forem absorvidos pela planta ou incorporados como matéria orgânica no solo são liberados na bacia hidrográfica como NO_3^-, pelo escoamento superficial ou pela movimentação da água subterrânea. Se a quantidade for excessiva, haverá aumento de NO_3^-, o que tornará bastante grave o problema da eutroficação. Mais ainda, caso a água que contém o NO_3^- seja utilizada para consumo, existe o perigo de causar a doença de meta-hemoglobina no ser humano e nos animais, trazendo sérios problemas para a saúde.

O índice de pH determina a concentração do íon dissolvido na água e, portanto, a produtividade agrícola. A condutividade elétrica indica quase a soma total da concentração de íons dissolvidos na água, permitindo o rápido diagnóstico da alteração da qualidade da água. Os íons, tais como Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Cl^-, SO_4^{2-} e HCO_3^- e SiO_2, são componentes essenciais da água. Os íons positivos Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ e K^+ são dissolvidos na água através da erosão dos minerais contidos nas rochas, ou podem ser adicionados artificialmente. Quando o solo cultivado é ácido, o Ca^{2+} é utilizado em quantidade maior, como calcário, para neutralizar sua acidez. Uma vez que a simples aplicação do Ca^{2+} ocasiona a deficiência

de Mg^{2+}, em muitos casos é utilizado calcário ou fertilizante que contém Mg^{2+}. O K^+ está presente nos fertilizantes, bem como nos estercos e urinas de animais, em grande quantidade. Quanto ao Na^+, a fonte principal é a água do mar e a poluição causada pelo ser humano.

Os Cl^- e SO_4^{2-} são adicionados ao meio ambiente pela influência da água do mar, atividade humana, erosão das rochas, precipitação pluvial, e também como íon acompanhante presente nos fertilizantes. O HCO_3^- é lançado no meio ambiente quando o dióxido de carbono produzido pela ação da erosão das rochas calcárias, no processo de decomposição de cadáveres e plantas mortas e através do processo respiratório das plantas aquáticas, passa a ser dissolvido na água. É consumido pela liberação de gás dióxido de carbono na atmosfera ou pela fotossíntese das algas. O Al^{3+} e o SiO_2 são originários das rochas e do solo e diferem na solubilidade, dependendo da sua espécie. O sólido em suspensão (SS) contém argila, matéria orgânica, plâncton, microorganismos e diversos materiais presentes na água, e serve como critério para diagnosticar o grau de poluição.

A metodologia para análise de cada parâmetro mencionado consta na Tabela 8. Para obter maiores detalhes sobre o método de análises, consultar as referências bibliográficas.

Tabela 8. Itens e metodologia para análise de qualidade de água.

Itens para análise	Metodologia para análise
pH	Eletrodo de vidro
EC (Condutividade elétrica)	Condutivímetro
NH_4-N	Análise automática com método colorimétrico
NO_3-N	Análise automática com método colorimétrico
P	Cromatografia iônica
Ca	Absorção atômica
Mg	Absorção atômica
K	Absorção atômica
Na	Absorção atômica
Al	Colorimétrica
SO_4	Cromatografia iônica
Cl	Cromatografia iônica
Alcalinidade (HCO_3)	Titulação
SiO_2	Colorimétrica
COD	Titulação com $KMnO_4$
SS	Filtração

6.3 Metodologia adotada para medição da vazão do rio

A medição da vazão do rio foi efetuada da seguinte forma: em primeiro lugar, foi medida sua seção transversal. Com uma trena estendida sobre o rio, dividiu-se essa em áreas parciais representativas, pela medição de verticais individualizadas, onde são conhecidas todas as dimensões das áreas parciais. Nessas verticais foi apurada a velocidade da correnteza, com instrumento específico para esse fim. Quando a profundidade do curso da água era pequena, entre 10 cm e 75 cm, mediu-se a velocidade média no ponto situado a seis décimos da profundidade, e no caso de esta ser superior a 75 cm, medir a velocidade média nos pontos situados a dois décimos e oito décimos de profundidade. Na medição da vazão da água dos rios, foi utilizado o molinete Price e, nos pontos de fluxo lento, o medidor específico (Figura 27). Nas observações de longo prazo,

Foto: Oliveira, outubro/95

Figura 27. Técnico Aloísio Cardoso está medindo a vazão com o molinete Price, que está ligado ao contador digital, caixa preta à direita no ponto PI-4 do PC Piúva – MT.

poderá ser elaborada a curva que relaciona o nível da água com a vazão do rio e, assim, estabelecer a vazão do rio apenas pela observação do nível da água. Após a medição da profundidade e da velocidade, efetuou-se o cálculo da vazão com base nos valores obtidos e o intervalo da seção vertical. A vazão total foi obtida com base no somatório da vazão de cada secção.

Nos pontos onde a velocidade era muito lenta, a medição foi efetuada pela instalação de vertedouro triangular ou trapezoidal (tipo Cipolletti) (Figuras 28 e 29). Nesses pontos, a vazão foi determinada pela altura da lâmina da água acima de uma estaca implantada a montante do vertedouro, sendo esta colocada no mesmo nível da parte inferior do vertedouro por ocasião da instalação deste.

Foto: Oliveira, dezembro/95

Figura 28. Vertedouro triangular instalado no ponto CO-1 do PC Coromandel – MG.

Foto: Oliveira, maio/96

Figura 29. Altura da lâmina da água está sendo medida acima de uma estaca implantada a montante do vertedouro trapezoidal no ponto AT-1 do PC Ana Terra - MT.

Os limites para medição de vazão com vertedouro triangular são de 0,22 a 390 l/s e eqüivalem à altura da lâmina de 3 e 60 cm, respectivamente. Os limites com vertedouro trapezoidal (tipo Cipolletti) variam de 9,66 a 864 l/s e correspondem à altura de lâmina de 3 a 60 cm, respectivamente.

6.4 Pesquisas efetuadas: monitoramento da qualidade da água da Bacia do Ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas - MG

A região de Iraí de Minas está situada a 550 km ao sul de Brasília, com altitude entre 950 m a 1.050 m, numa topografia suave ondulada. A temperatura anual média é de 20 °C e o índice pluviométrico anual se

encontra entre 1.200 mm a 1.800 mm, com pouquíssima ocorrência de chuvas entre abril e agosto. Na região, não existem rios de grande porte. Todos compõem pequenas bacias hidrográficas, com volume inferior a 1,0 m^3/s, cujas nascentes estão na própria região. O principal tipo de solo é Latossolo Vermelho-Amarelo. Nessa área foi implementada a primeira fase do Programa Nipo-Brasileiro de Desenvolvimento dos Cerrados, Prodecer I. O Projeto de Colonização Iraí de Minas foi iniciado em 1980, e a área da lavoura desenvolvida é de 9.000 ha.

O rio escolhido para a pesquisa foi o ribeirão Pantaninho, uma pequena bacia hidrográfica ilustrada na Tabela 9 e na Figura 30. Da área total da bacia hidrográfica, 3.803 ha têm sido utilizados para a lavoura; 2.030 ha são destinados para agricultura anual (predominantemente soja); 204 ha, para agricultura irrigada (milho, na sua maioria) e 47 ha, para agricultura perene (café). A floresta e a várzea também ocupam grande espaço. A mata nativa e a vegetação de várzea estão distribuídas nas áreas correspondentes à vegetação ciliar do rio.

Tabela 9. Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Pantaninho do Projeto de Colonização Iraí de Minas – MG, 1993.

N.º	Classificação	Área (ha)	(%)
1	Cultura anual	2.030	53,4
2	Reflorestamento	940	24,7
3	Campo hidromórfico	378	9,9
4	Cultura irrigada	204	5,4
5	Cerrado	79	2,1
6	Dique	63	1,7
7	Mata nativa	53	1,4
8	Cultura perene	47	1,2
9	Pastagem	9	0,2
	Total	**3.803**	**100,0**

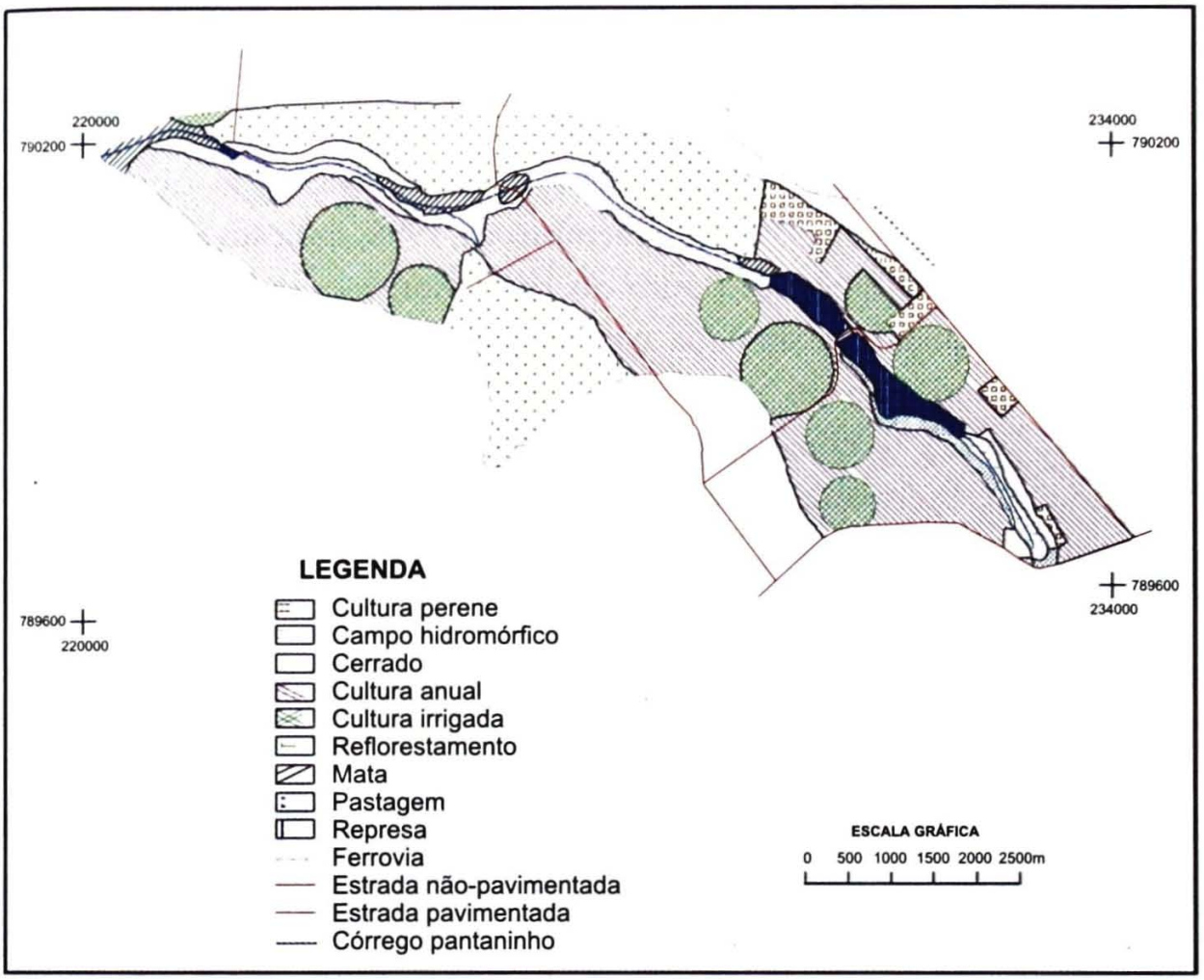


Figura 30. Uso e ocupação do solo da Bacia do ribeirão Pantaninho no Projeto de Colonização Iraí de Minas – MG, 1993. (Fonte: Imagem IM/Landsat, 1993).

O local da coleta da amostra foi estabelecido ao longo desse rio. Os cinco pontos de coleta foram distribuídos no extremo montante da nascente, no curso médio e na extrema jusante. Nesses pontos foram realizadas coletas de água no centro e nas laterais do leito, a 50% de profundidade, onde foram coletados três frascos de um litro cada. Após a coleta, foi feita a homogeneização da água, tendo sido retirados dois litros e encaminhados ao laboratório da Embrapa Cerrados para a análise

físico-químico. Juntamente com a coleta do material foi realizada a medição da vazão do curso da água nos pontos de coleta, visando ao cálculo do volume total em m^3/s da bacia hidrográfica e também de quantidade total das substâncias analisadas (Figura 31). Quanto à determinação da qualidade da água, foi possível realizá-la mensalmente, de forma bastante satisfatória. Os resultados obtidos na observação efetuada entre agosto de 1993 e dezembro de 1996, indicam uma água de boa qualidade em qualquer ponto do rio, durante o ano todo. Pode-se considerar a qualidade de água como aquela que poderia ser utilizada para o consumo humano apenas com um tratamento simples (Figuras 32 a 38). Na Tabela 10 constam os dados observados durante o período de atividade que exerce maior impacto sobre a qualidade da água, que é a época do preparo do solo (uso de fertilizantes) e plantio (setembro de 1994 a janeiro de 1995).

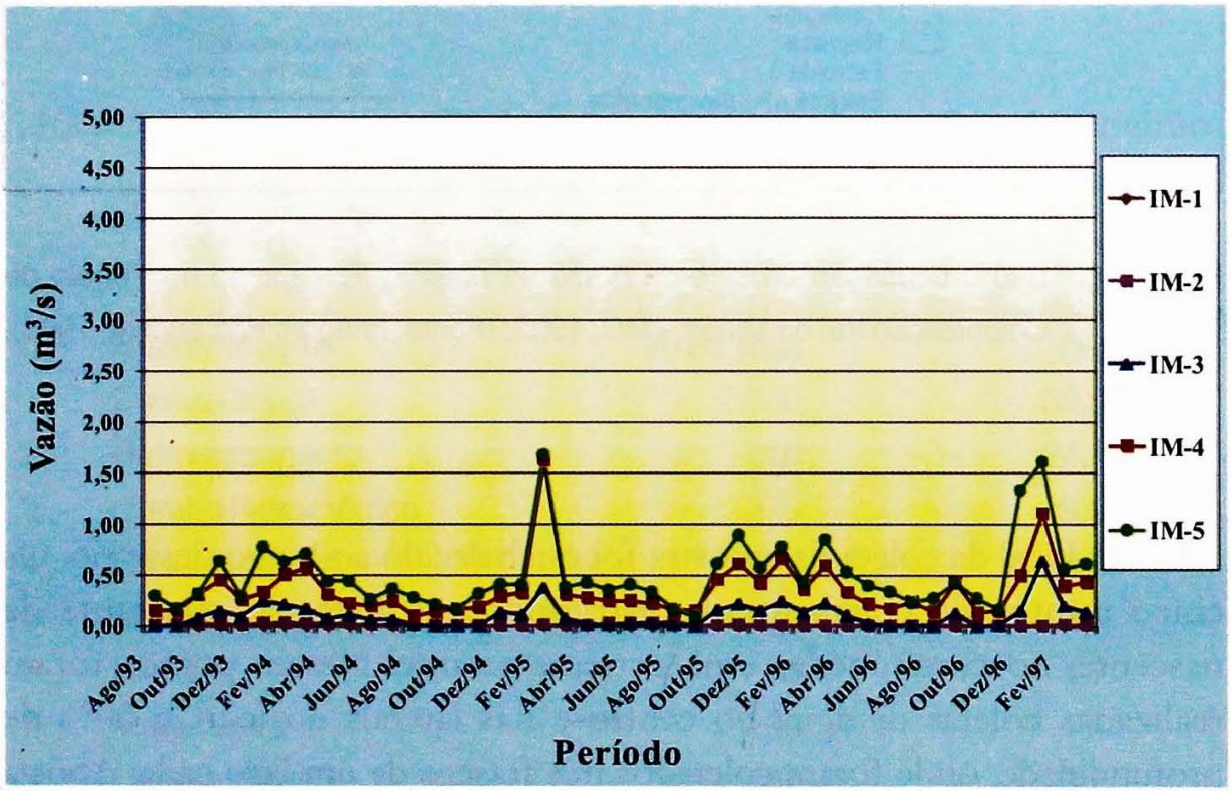


Figura 31. Vazões do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a março de 1997.

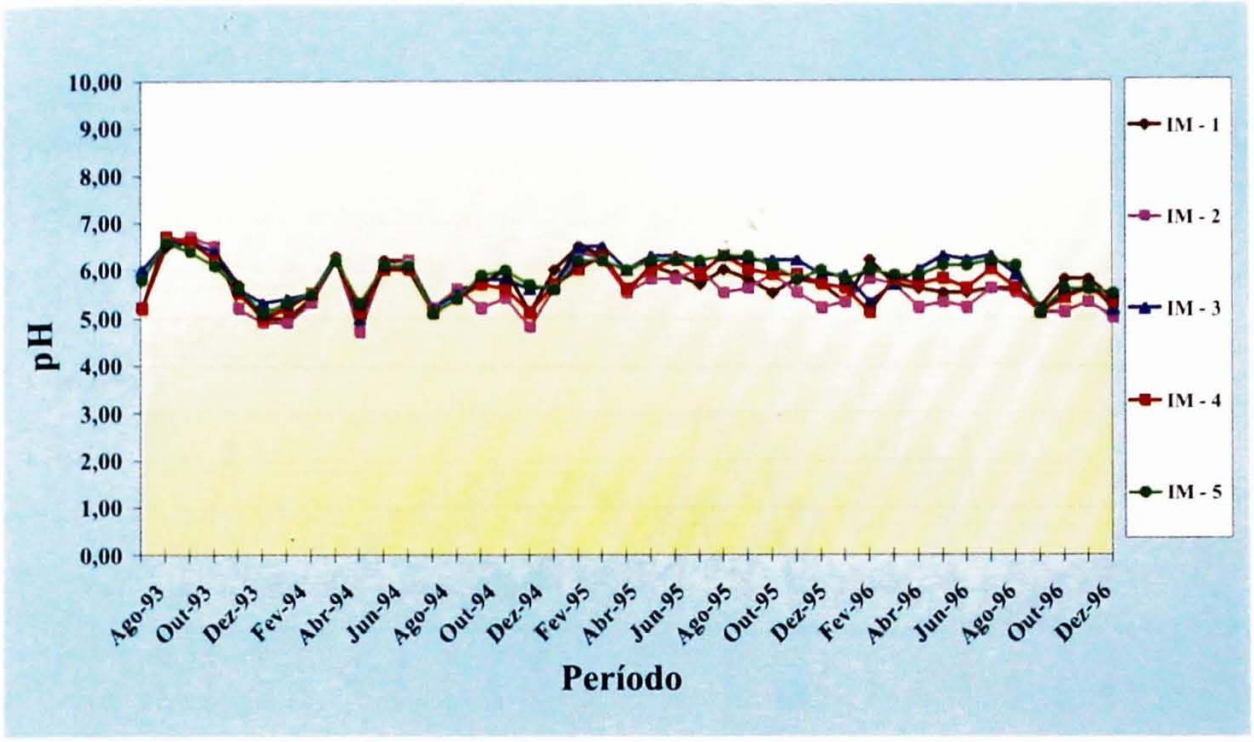


Figura 32. pH da água do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

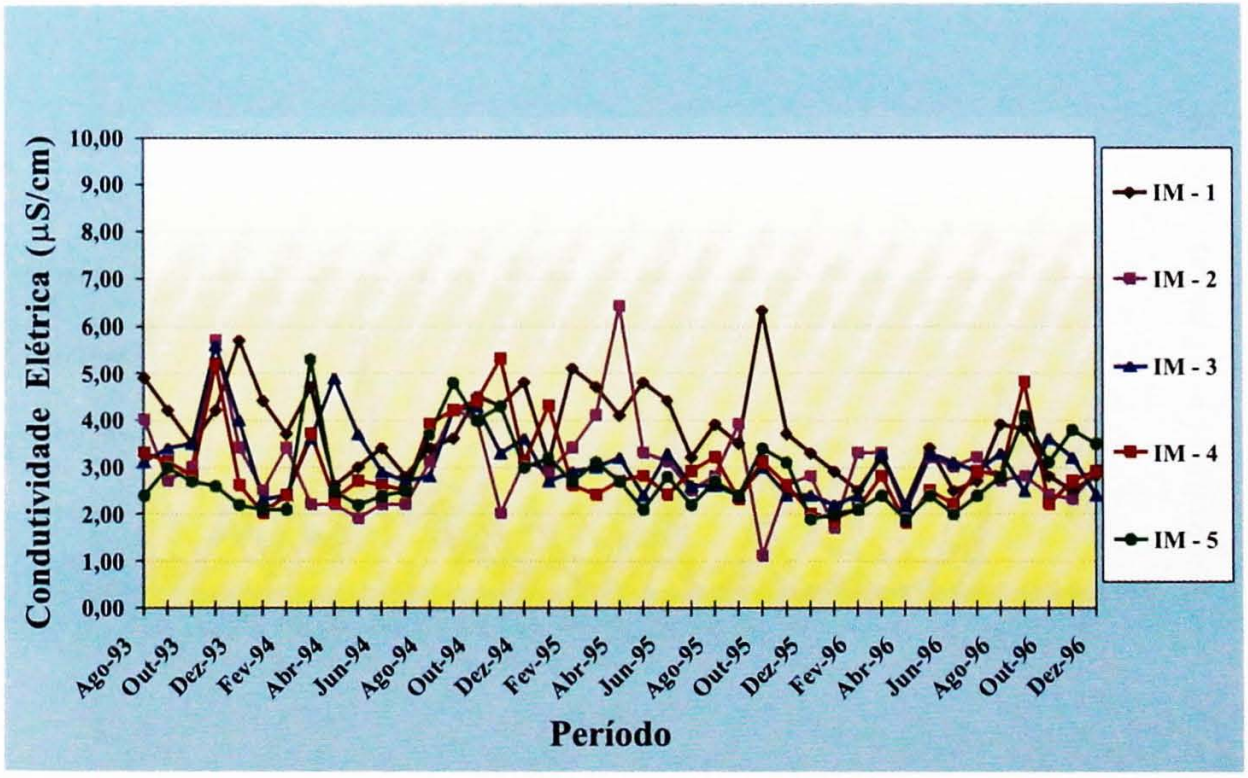


Figura 33. Condutividade elétrica da água do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

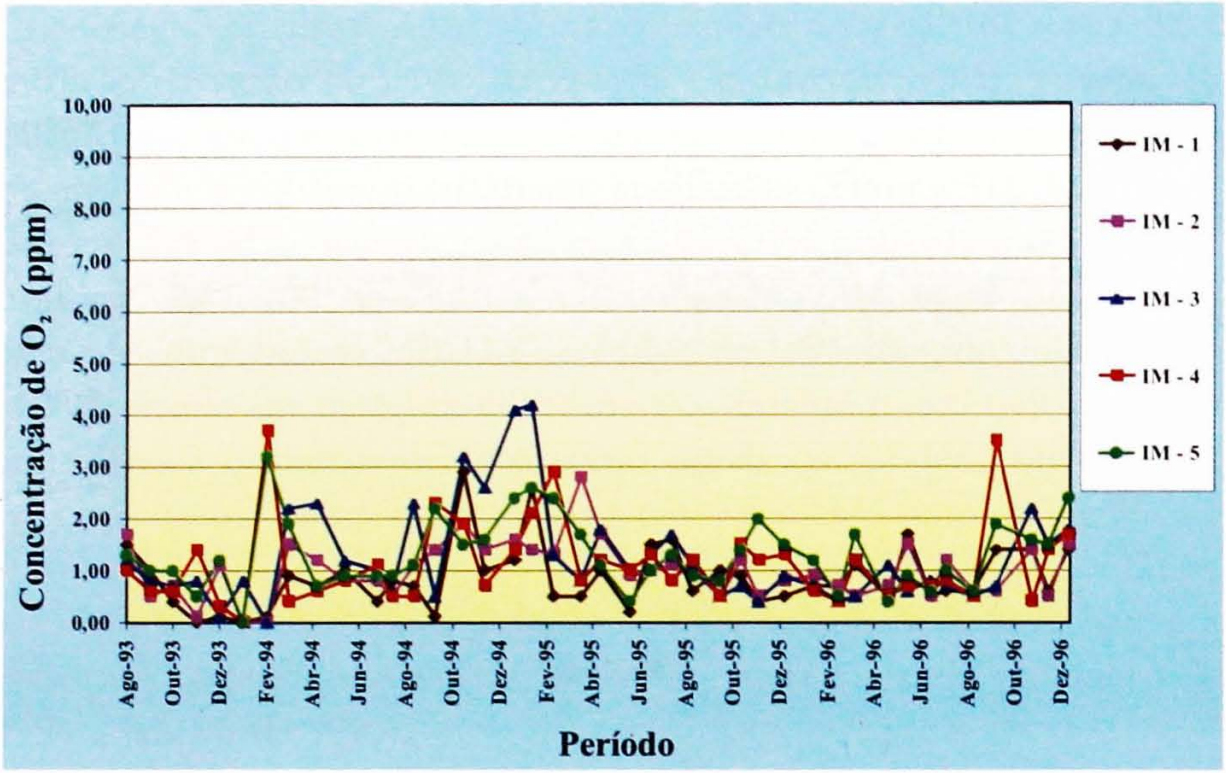


Figura 34. Demanda química de oxigênio (COD) na água do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

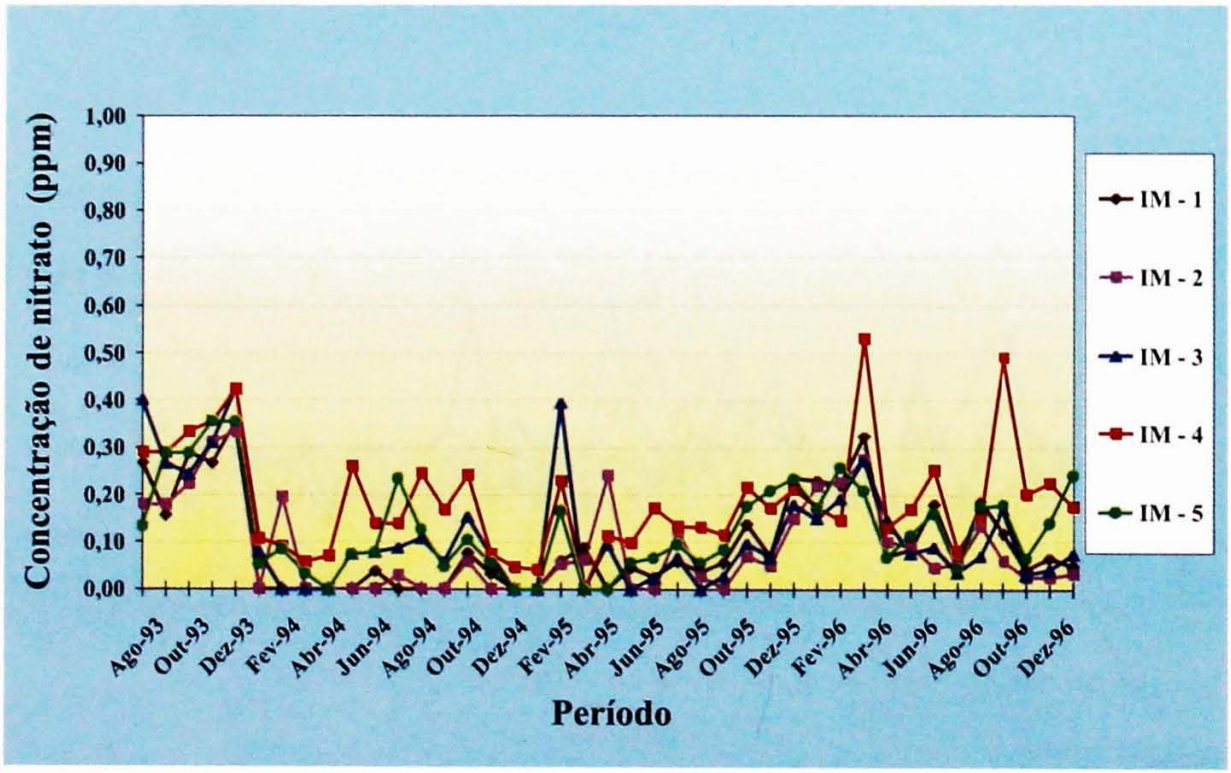


Figura 35. Concentração de nitrato (NO_3^-) na água do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas — MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

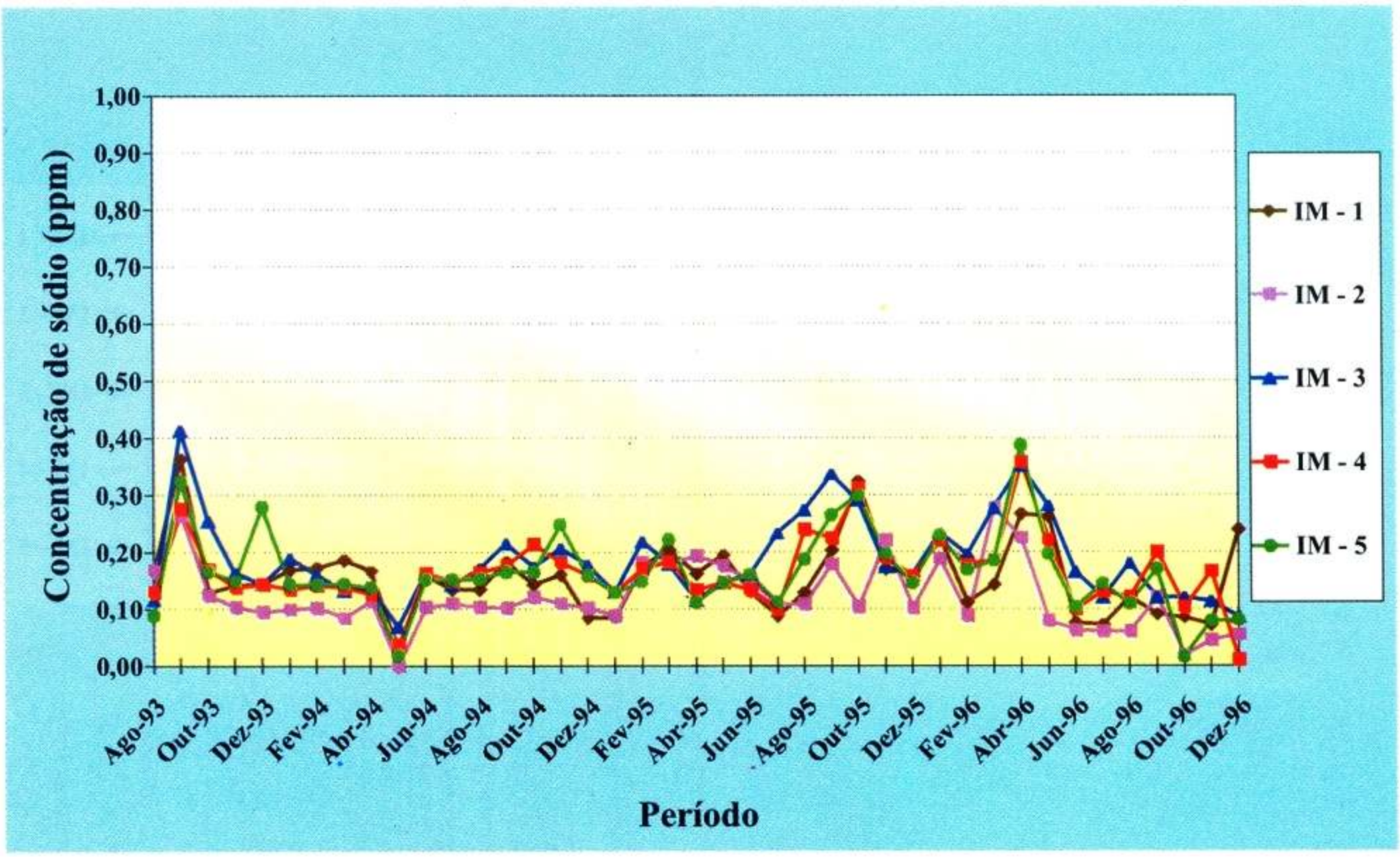


Figura 36. Concentração de sódio na água do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

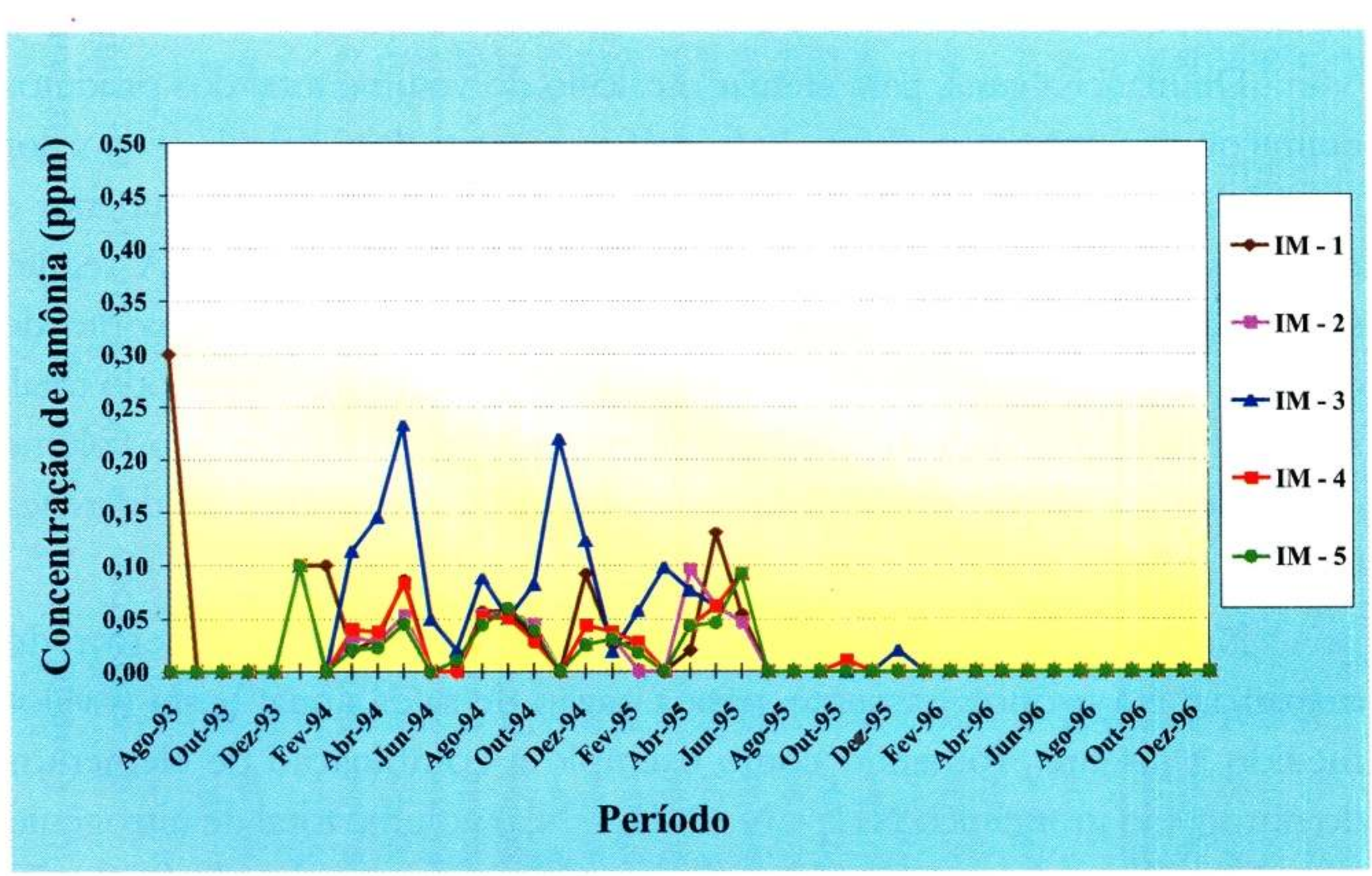


Figura 37. Concentração de amônia (NH_4^+) na água do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

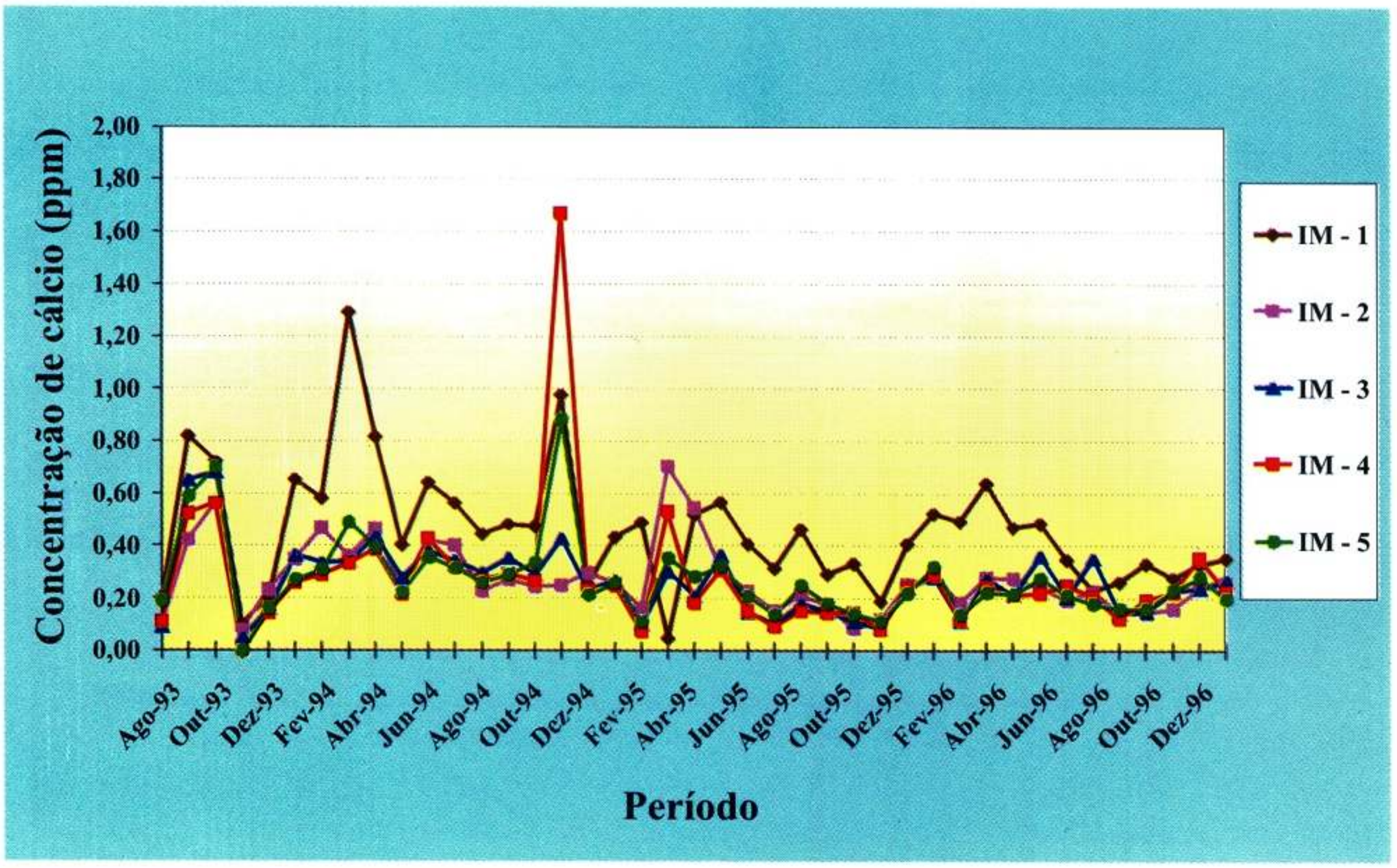


Figura 38. Concentração de cálcio (Ca^{+2}) na água do ribeirão Pantaninho do PC Iraí de Minas. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

De maneira geral, para efetuar o cálculo do volume total dos produtos químicos que entram na bacia hidrográfica e saem dela, calcula-se o valor médio da vazão do rio (período integral) nos pontos a montante superior e naqueles a jusante inferior e converte-se para o volume anual. A seguir, seleciona-se o elemento químico a ser monitorado, baseado no ponto de observação preestabelecido mede-se o valor médio ao longo do período total. Aplica-se neste resultado o volume de água anual para estabelecer o volume de entrada e saída do elemento químico na bacia hidrográfica. A diferença indica o volume anual da vazão de saída da bacia hidrográfica.

No caso desse monitoramento, como a montante superior do manancial é a própria nascente, para a vazão de saída anual basta o valor medido a jusante. Tomando como exemplo a combinação de elementos do nitrogênio inorgânico $NH_4 - N$ e $NO_3 - N$, o volume total de nitrogênio inorgânico liberado por essa bacia hidrográfica foi considerado 0,59-0,77 t/ano (Tabela 11). A quantidade de nitrogênio liberado foi pequena em comparação com a de fertilizante aplicado (Tabela 12).

Tabela 10. Qualidade da água do ribeirão Pantaninho no Projeto de Colonização Iraí de Minas - MG, de setembro de 1994 a janeiro de 1995.

LOCAL	DATA COLETA	pH	COND. µS/cm	Cl ppm	NO_3 ppm	SO_4 ppm	Na ppm	K ppm	NH_4 ppm	Ca ppm	Mg ppm	P ppm	Al ppm	SiO_2 ppm	COD ppm O_2	ALCAL. mg/ℓ $CaCO_3$	SS mg/ℓ
IM-1	8/09/94	5,6	3,6	<0,5	<0,03	<0,2	0,18	0,13	0,06	0,48	0,062	<0,004	<0,004	2,4	0,1	2,2	1,2
IM-2	8/09/94	5,6	4,2	<0,5	<0,03	<0,2	0,10	<0,01	0,06	0,27	0,022	<0,004	0,009	4,1	1,4	2,1	0,4
IM-3	8/09/94	5,5	4,2	<0,5	0,06	<0,2	0,21	0,10	0,05	0,35	0,047	<0,004	<0,004	3,9	0,5	3,0	4,4
IM-4	8/09/94	5,4	4,2	<0,5	0,17	<0,2	0,17	0,07	0,05	0,29	0,037	<0,004	0,007	5,3	2,3	2,1	1,2
IM-5	8/09/94	5,4	4,8	<0,5	0,05	<0,2	0,17	0,07	0,06	0,29	0,053	<0,004	<0,004	5,6	2,2	4,0	2,4
IM-1	15/10/94	5,7	4,5	<0,5	0,08	<0,2	0,14	0,15	0,03	0,47	0,077	<0,004	<0,004	2,5	2,9	2,9	5,6
IM-2	15/10/94	5,2	4,0	<0,5	0,06	<0,2	0,12	0,07	0,04	0,24	0,032	<0,004	<0,004	4,5	1,9	2,0	4,0
IM-3	15/10/94	5,8	4,3	<0,5	0,15	<0,2	0,17	0,09	0,08	0,29	0,053	<0,004	<0,004	4,6	3,2	2,2	15,2
IM-4	15/10/94	5,7	4,4	<0,5	0,24	<0,2	0,21	0,22	0,03	0,26	0,054	<0,004	<0,004	4,5	1,9	2,8	5,6
IM-5	15/10/94	5,9	4,0	<0,5	0,11	<0,2	0,17	0,12	0,04	0,34	0,067	<0,004	<0,004	3,5	1,5	2,7	3,2
IM-1	11/12/94	6,0	4,3	<0,5	0,03	<0,2	0,16	0,19	<0,01	0,97	0,083	<0,004	<0,004	4,9	1,0	2,4	3,2
IM-2	11/12/94	5,4	2,0	<0,5	<0,03	<0,2	0,11	0,05	<0,01	0,25	0,030	<0,004	0,004	5,2	1,4	2,3	0,8
IM-3	11/12/94	5,8	3,3	<0,5	0,07	<0,2	0,21	0,12	0,22	0,43	0,056	<0,004	<0,004	2,9	2,6	2,3	4,8
IM-4	11/12/94	5,6	5,3	<0,5	0,07	0,2	0,18	0,06	<0,01	1,67	0,042	<0,004	0,004	4,4	0,7	2,3	1,2
IM-5	11/12/94	6,0	4,3	<0,5	0,06	<0,2	0,25	0,14	<0,01	0,88	0,068	<0,004	0,005	3,3	1,6	2,6	0,8
IM-1	21/12/94	5,1	4,8	<0,5	<0,03	<0,2	0,08	0,08	0,09	0,25	0,058	<0,004	0,005	3,9	1,2	3,1	3,1
IM-2	21/12/94	4,8	3,1	<0,5	<0,03	<0,2	0,10	0,11	0,02	0,29	0,055	<0,004	0,005	5,6	1,6	3,7	2,8
IM-3	21/12/94	5,6	3,6	<0,5	<0,03	<0,2	0,18	0,20	0,12	0,23	0,045	0,004	0,005	4,5	4,1	3,1	6,3
IM-4	21/12/94	5,1	3,1	<0,5	0,05	<0,2	0,16	0,08	0,04	0,23	0,037	<0,004	0,005	4,8	1,4	3,1	3,0
IM-5	21/12/94	5,7	3,0	<0,5	<0,03	<0,2	0,16	0,10	0,02	0,21	0,054	<0,004	0,005	5,8	2,4	2,7	3,8
IM-1	12/01/95	6,0	3,1	<0,5	<0,03	<0,2	0,08	0,09	0,02	0,43	0,056	<0,004	0,005	3,5	2,6	3,3	2,4
IM-2	12/01/95	5,6	2,9	<0,5	<0,03	<0,2	0,09	0,08	0,03	0,26	0,041	0,004	0,006	5,3	1,4	3,1	1,8
IM-3	12/01/95	5,7	2,7	<0,5	<0,03	<0,2	0,13	0,12	0,02	0,27	0,040	<0,004	0,007	5,2	4,2	3,2	4,8
IM-4	12/01/95	5,7	4,3	<0,5	0,04	<0,2	0,13	0,10	0,04	0,24	0,050	0,004	0,005	5,7	2,1	2,9	4,1
IM-5	12/01/95	5,6	3,2	<0,5	<0,03	<0,2	0,13	0,11	0,03	0,26	0,070	0,004	0,005	4,4	2,6	2,7	3,1

Tabela 11. Cálculo da quantidade de N liberado pela área do Projeto de Colonização Iraí de Minas - MG de 1993 a 1997.

Ano Agrícola	Vazão		NO_3			NH_4			N-Total/ano	Contrib. -N/ano
	Média mensal (m^3/s)	Total/ano (1) 1.000m^3/ano	Média mensal (ppm)	Total/ano (2) (t/Ano)	N Total/ ano (3) (t/Ano)	Média mensal (ppm)	Total/ano (4) (t/Ano)	N Total/ ano (5) (t/Ano)	(6) (t/Ano)	(7) (t/Ano)
93/94	0,484	10.027,930	0,167	1,675	0,378	0,027	0,271	0,211	0,589	0,589
94/95	0,453	14.285,808	0,075	1,071	0,242	0,024	0,343	0,267	0,509	0,509
95/96	0,568	17.912,450	0,135	2,418	0,546	0,015	0,269	0,209	0,755	0,755
96/97	0,760	23.967,360	0,143	3,427	0,774	0,000	0,000	0,000	0,774	0,774

Notas:

1 = TOTAL/ANO = Média mensal (m^3/s) x 60 x 60 x 24 x 365

2 = NO_3 TOTAL/ANO = Média mensal (ppm) x vazão total/ano

3 = N TOTAL/ANO = NO_3 total/ano x 14/62

4 = NH_4 TOTAL/ANO = Média mensal (ppm) x vazão total/ano

5 = N TOTAL/ANO = NH_4 total x 14/18

6 = N-TOTAL = (NO_3 total x 14/62) + (NH_4 total x 14/18)

7 = CONTRIB. N = Valor da contribuição de "N" na área do projeto

Tabela 12. Quantidade de fertilizantes aplicados na Bacia do ribeirão Pantaninho do PC Iraí de Minas - MG. Safra 93/94 a 96/97.

Safra/Ano	Quantidade de fertilizantes (t)											
	00.20.20	02.20.20	04.20.20	20.00.20	06.16.16	06.18.12	00.16.16	08.28.20	Cloreto de Potássio	Superfosfato Simples	Uréia	Total
1993/1994	294,54	150,30	344,26	20,00	-	-	-	-	-	-	121,62	930,72
1994/1995	232,25	158,45	452,49	20,00	-	-	-	-	-	-	135,47	998,66
1995/1996	355,43	-	506,45	-	-	30,27	-	-	28,40	9,80	143,40	1.073,75
1996/1997	115,80	42,00	359,40	59,20	354,40	22,80	53,55	245,95	37,00	39,20	308,88	1.638,18
Total	998,02	350,75	1662,60	99,20	354,40	53,07	53,55	245,95	65,40	49,00	709,37	4.641,31

A quantidade do nitrogênio utilizado nas principais culturas (soja e milho) dessa área foi: soja – 0, milho – 20 kg/ha para plantio e 20 kg a 90 kg/ha para cobertura. Ao considerar a taxa de absorção do nitrogênio pela cultura, nessa situação o uso de fertilizantes praticamente não houve impactos poluidores sobre a água do rio. Ao realizar a rotação de culturas de soja e milho, está sendo efetuado o reaproveitamento do nitrogênio remanescente da cultura anterior. Também pode-se considerar que a presença da Mata Ciliar e da Várzea ao longo do rio contribuiu para a purificação da água.

6.5 Pesquisas efetuadas: efeito da implantação de projeto de colonização agrícola sobre a vazão e qualidade da água na Chapada das Mangabeiras no Sul do Maranhão

No Estado do Maranhão, a área selecionada para a implantação do Projeto de Colonização Gerais de Balsas está localizada ao sul do Município de Balsas, perto das nascentes dos rios Mandacaru e Tem Medo, em uma área de 40.000 ha, onde, anteriormente, não havia nenhuma atividade agrícola.

Com o objetivo de monitorar os efeitos das atividades agrícolas desenvolvidas no projeto sobre a vazão e a qualidade da água, antes da implementação do Projeto de Colonização, a partir de outubro de 1994 passaram a ser realizadas mensalmente medições de vazão e coleta de amostras nesses cursos de água.

Para a realização desses trabalhos foram escolhidos cinco pontos ao longo do curso do rio distribuídos no extremo montante, curso médio e extrema jusante. Nas medições de vazões, utilizou-se molinete Price, marca Sanei, com hélice de três pás, de fabricação japonesa.

Os pontos de coleta das amostras para análise foram os mesmos utilizados para a medição de vazão. Neles, foram realizadas as coletas no centro e nas laterais dos cursos de água a 50% da profundidade, em três

frascos de um litro cada um, que após a coleta foram homogeneizados, sendo retirados dois litros e mantidos em caixas de isopor com gelo até a entrega no laboratório.

Para verificar a qualidade da água foram realizadas pela Embrapa Cerrados análises físico-químicas de 16 parâmetros: (1) pH, (2) condutividade elétrica, (3) demanda química de oxigênio, (4) alcalinidade, (5) teor total de sólidos suspensos e teores solúveis, (6) cloreto (7) nitrato, (8) sulfato, (9) sódio, (10) potássio, (11) amônio, (12) cálcio, (13) magnésio, (14) fósforo, (15) alumínio e (16) sílica, segundo os métodos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e da Companhia de Água e Esgotos de Brasília – Caesb.

Seguindo a análise de imagem de satélite Landsat de 24 de julho de 1997, foi determinada a bacia de contribuição desses cursos de água, que compreende área de 56.906 ha, assim distribuídos: 20.643 ha de Cerrados, 2.451 ha de Matas Ciliares, 1.131 ha de pastagens, 576 ha para urbanização (Agrovila), 22.429 ha de culturas anuais, 8.376 ha de desmatamento e 1.300 ha de irrigação (pivô-central). A área do PC Gerais de Balsas dentro da bacia é de 27.835 ha, dos quais 17.166 ha são de culturas anuais, 8.248 ha de Cerrados, 1.116 ha de Matas Ciliares, 1.300 ha irrigados, 2 ha de desmatamento e 3 ha de pastagens (Tabela 13 e Figura 39).

Tabela 13. Levantamento do uso e ocupação do solo da bacia do rio Tem Medo – Balsas - MA (Data da imagem: 02/08/97).

N.º	Uso e ocupação do solo	Área			
		Área do projeto (ha)	Área fora do projeto (ha)	Total (ha)	(%)
1	Cultura anual	17.166	5.263	22.429	39,4
2	Cerrado	8.248	12.395	20.643	36,3
3	Desmatamento	2	8.374	8.376	14,7
4	Mata	1.116	1.335	2.451	4,3
5	Pivô	1.300	0	1.300	2,3
6	Pasto	3	1.128	1.131	2,0
7	Agrovila	0	576	576	1,0
	TOTAL	27.835	29.071	56.906	100,0

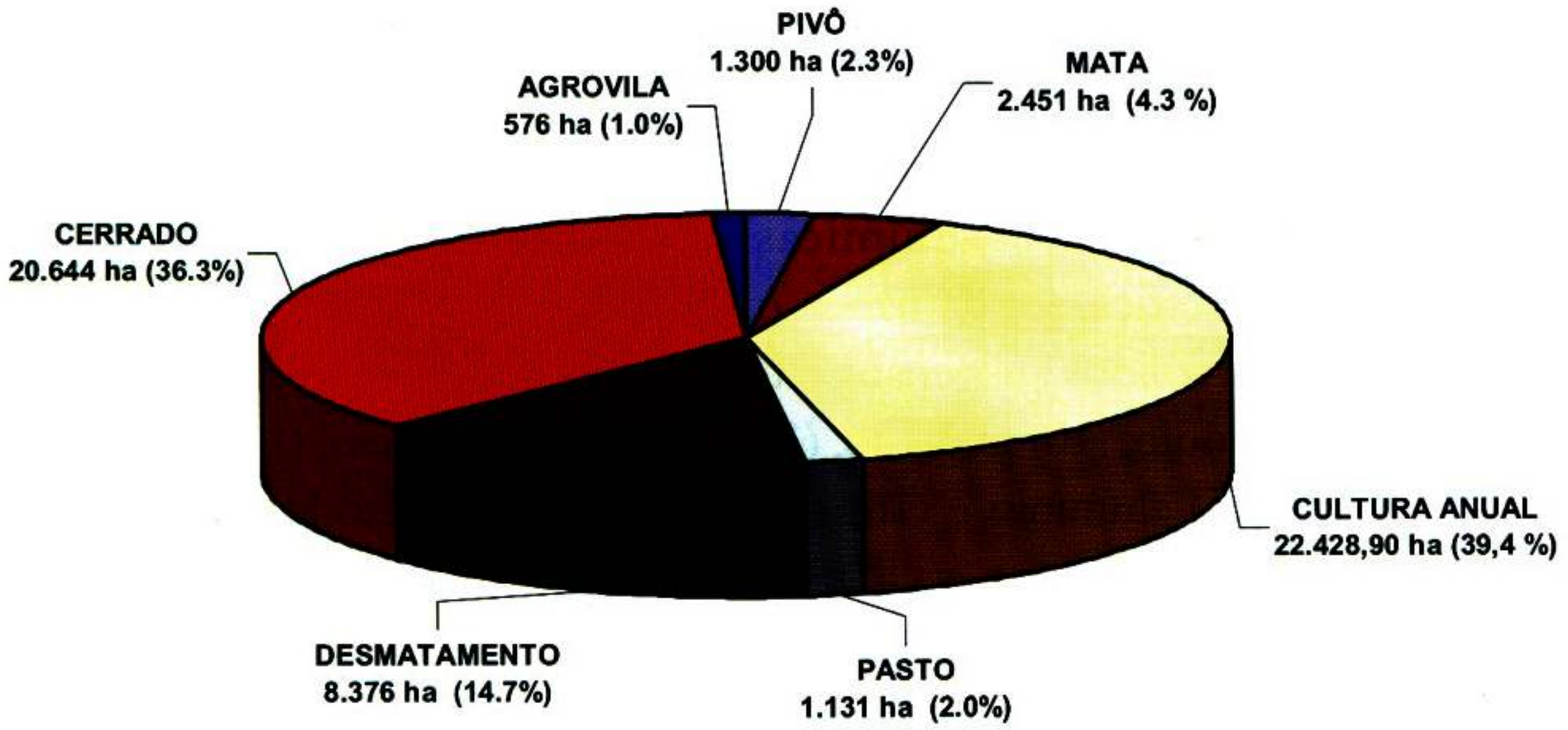


Figura 39. Uso e ocupação do solo da Bacia do rio Tem Medo - Balsas - MA. (Data da imagem: 02/08/97).

Nas áreas do projeto foram utilizadas 5,0 t/ha de calcário, 1,20 t/ha de termofosfato, 0,60 t/ha de cloreto de potássio e 0,45 t/ha de NPK, na safra 1995/1996, e, na safra 1996/1997, foram aplicadas 0,45 t/ha de NPK. Iniciando-se o desmatamento no mês de junho de 1995, a área plantada na safra de 1995/1996 foi de 10.363 ha, desse total, aproximadamente, 6.500 ha dentro da bacia. Na safra 1996/1997, foram plantados 20.362 ha (área de sequeiro e irrigado) e desse total em torno de 17.166 ha estavam inseridos dentro da bacia.

A instalação dos equipamentos de irrigação ocorreu em dois períodos distintos: de junho de 1996 até agosto de 1996 foram instalados 16 equipamentos tipo pivô-central, com 50 hectares cada um, representando área de 800 hectares; e entre fevereiro e abril de 1997, foram instalados mais 10 equipamentos de mesmo tamanho, totalizando então 1.300 hectares irrigados.

Por ser o ponto mais a jusante do projeto, é no ponto de coleta de água MA-5 que estão representados os efeitos das atividades desenvolvidas na bacia de contribuição desses cursos de água. Em função disto, a avaliação desenvolvida foi realizada com os dados desse ponto.

Entre o início dos trabalhos, em outubro de 1994 e o começo das atividades agrícolas, passaram-se 10 meses, e os dados coletados nesse período representam o padrão antes da implantação.

A comparação dos dados de vazões durante o período da seca de maio a outubro de 1995, anterior à instalação dos equipamentos de irrigação em relação ao primeiro período seguinte (maio a outubro de 1996) quando entraram em funcionamento 16 equipamentos de irrigação, foi de, aproximadamente, 18% e no segundo período subseqüente (maio a outubro de 1997) quando foram instalados e entraram em funcionamento mais 10 equipamentos de irrigação, totalizando a área de 1.300 ha e a redução de vazão com relação ao período maio a outubro de 1995 foi de 37% (Tabela 14 e Figura 40).

Tabela 14. Vazões (m^3/s) do ponto MA-5 do rio Tem Medo no Projeto de Colonização Gerais de Balsas - MA, de outubro de 1994 a dezembro de 1997.

MÊS / ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1994										(1) 3,2849 (1) 3,4554	3,5767	4,9193
1995	4,7008	4,5581	4,9723	5,7992	5,7779	4,0732	4,0732	3,9521	3,3294	3,2923	(2)8,6515	4,9145
1996	4,4458	5,2449	5,7938	4,8663	4,1682	3,9987	3,5057	(3) 3,0740	(4) 2,8343	3,2217	4,3096	2,9032
1997	5,0713	4,1271	5,5357	(5) 4,7940	(6) 3,1392	(7) 2,7624	2,6440	2,7646	2,8155	3,7597	3,0051	3,5443
Média	4,7393	4,6434	5,4339	5,1531	4,3617	3,6114	3,4076	3,2635	2,9930	3,4028	5,3221	4,6433

Notas:

(1) Vazão monitorada no início e final do mês de outubro de 1994

(2) Vazão medida sob chuva intensa

(3) No mês de agosto de 1996, 5 pivôs estavam funcionando no dia da medição

(4) No mês de setembro de 1996, 7 pivôs estavam funcionando no dia da medição

(5) No mês de abril de 1997, 20 pivôs estavam implantados

(6) No mês de maio de 1997, 24 pivôs estavam implantados

(7) No mês de junho de 1997, 26 pivôs estavam implantados

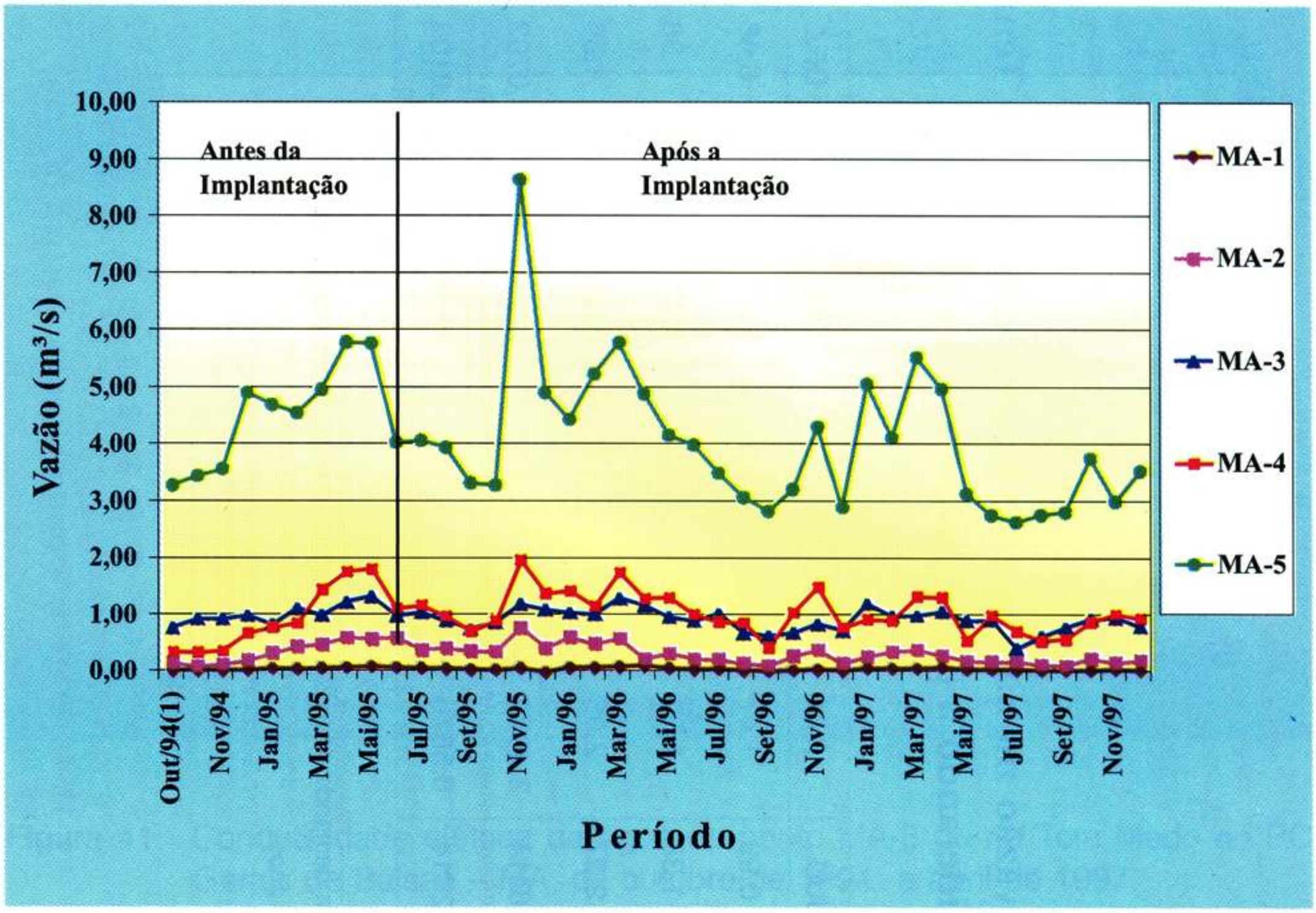


Figura 40. Vazões do rio Tem Medo (MA-2, MA-4, MA-5) e do rio Mandacaru (MA-1 e MA-3) no projeto de Colonização Gerais de Balsas – MA, de outubro de 1994 a dezembro de 1997.

Esses valores expressam somente as vazões medidas e não foram consideradas as precipitações ocorridas nesses períodos. Levando em consideração a precipitação efetiva, em todos os meses a vazão monitorada superou a demanda para irrigação e a da vazão ecológica (Tabela 15).

No parâmetro de qualidade da água, a comparação das análises do período anterior à implantação e dos demais períodos não apresentou variações significativas (Figuras 41 a 45).

Baseados nos resultados desses trabalhos, conclui-se que o modelo de implantação adotado – onde 50% da área do projeto é de reservas, além da preservação de faixas com mais de 200 m nas margens dos rios Tem Medo e Mandacaru, superior à prevista pela lei 4.771 de 15/11/1965, que é de 30 m, aliada a um eficiente sistema de conservação do solo - permite a prática de uma agricultura sustentável, com obtenção de alta produtividade sem alterar o equilíbrio do ambiente.

Tabela 15. Balanço entre demanda total de água e a vazão monitorada no ponto MA-5 do rio Tem Medo no PC Gerais de Balsas - MA, considerando a precipitação efetiva.

Unidade: m³/s	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
Irrigação	0,79	0,51	0,37	0,53	1,44	0,99	1,47	1,21	1,37	1,64	1,04	0,48
Vaz.Ecol. 50% Q7-10	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Demanda Total	2,17	1,89	1,75	1,91	2,82	2,37	2,85	2,59	2,75	3,02	2,42	1,86
Vazão Monitorada	4,7393	4,6434	5,4339	5,1531	4,3617	3,6114	3,4076	3,2635	2,993	3,4028	4,8857	4,0703
Saldo	2,5693	2,7534	3,6839	3,2431	1,5417	1,2414	0,5576	0,6735	0,2430	0,3828	2,4657	2,2103

Obs: Em todos os meses a vazão monitorada superou a demanda pela irrigação e a demanda da vazão ecológica que deverá ser maior no MA-5

Q7-10 é a vazão mínima com a média de 7 dias de duração e tempo de retorno de 10 anos.

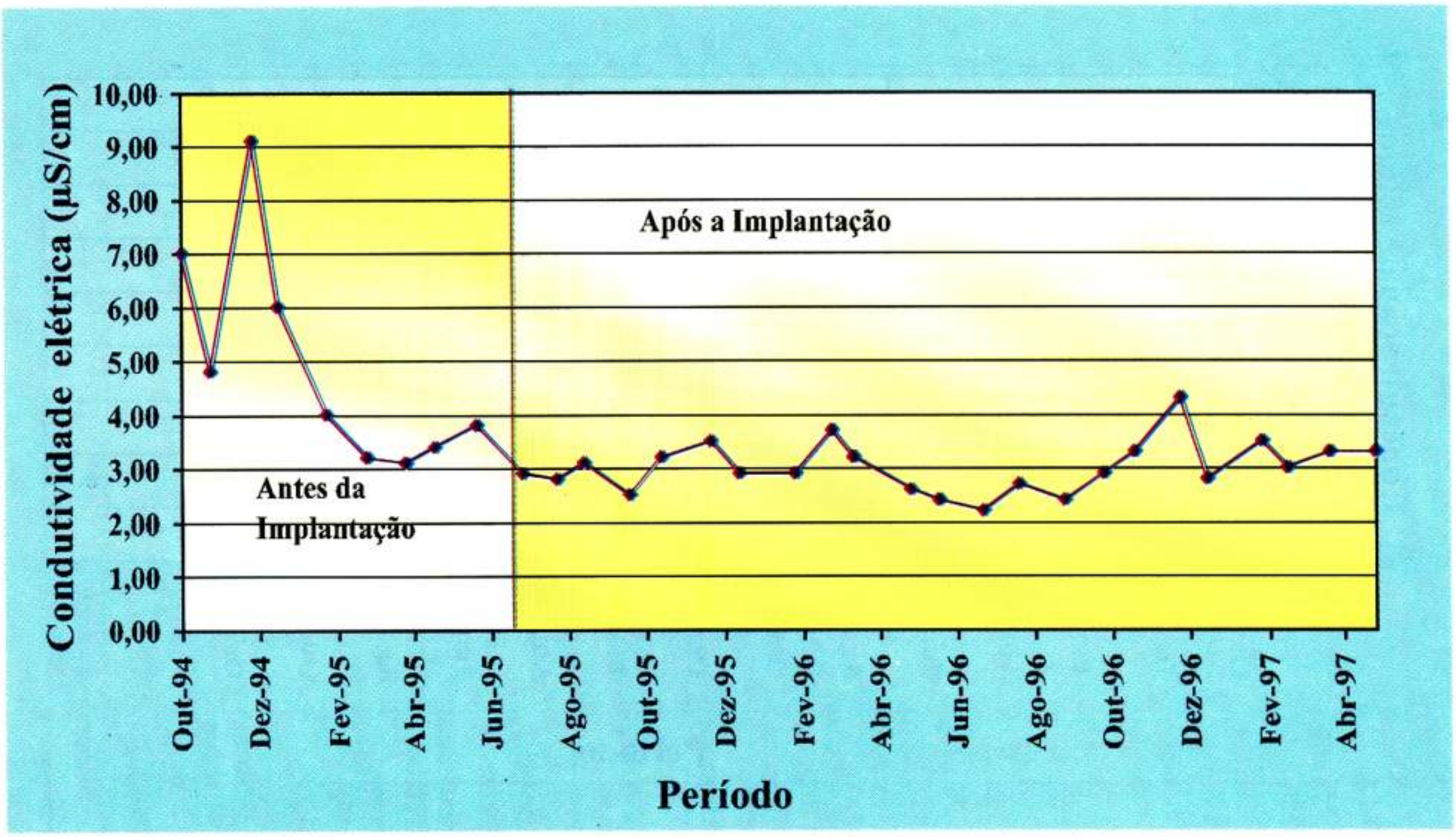


Figura 41. Condutividade elétrica da água no ponto MA-5 do rio Tem Medo no PC Gerais de Balsas – MA, de outubro de 1994 a abril de 1997.

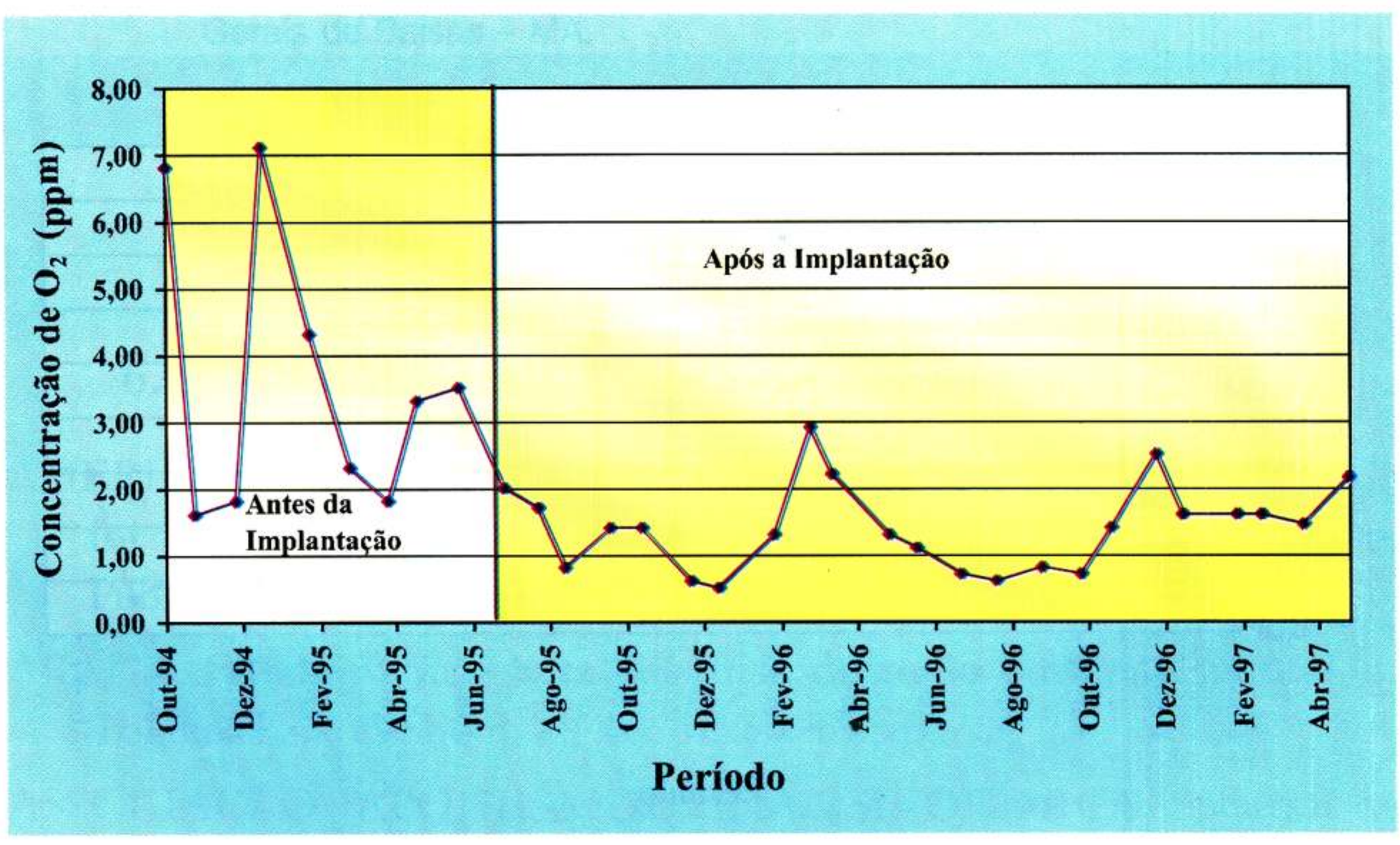


Figura 42. Demanda química de oxigênio (COD) da água no ponto MA-5 do rio Tem Medo no PC Gerais de Balsas – MA, de outubro de 1994 a abril de 1997.

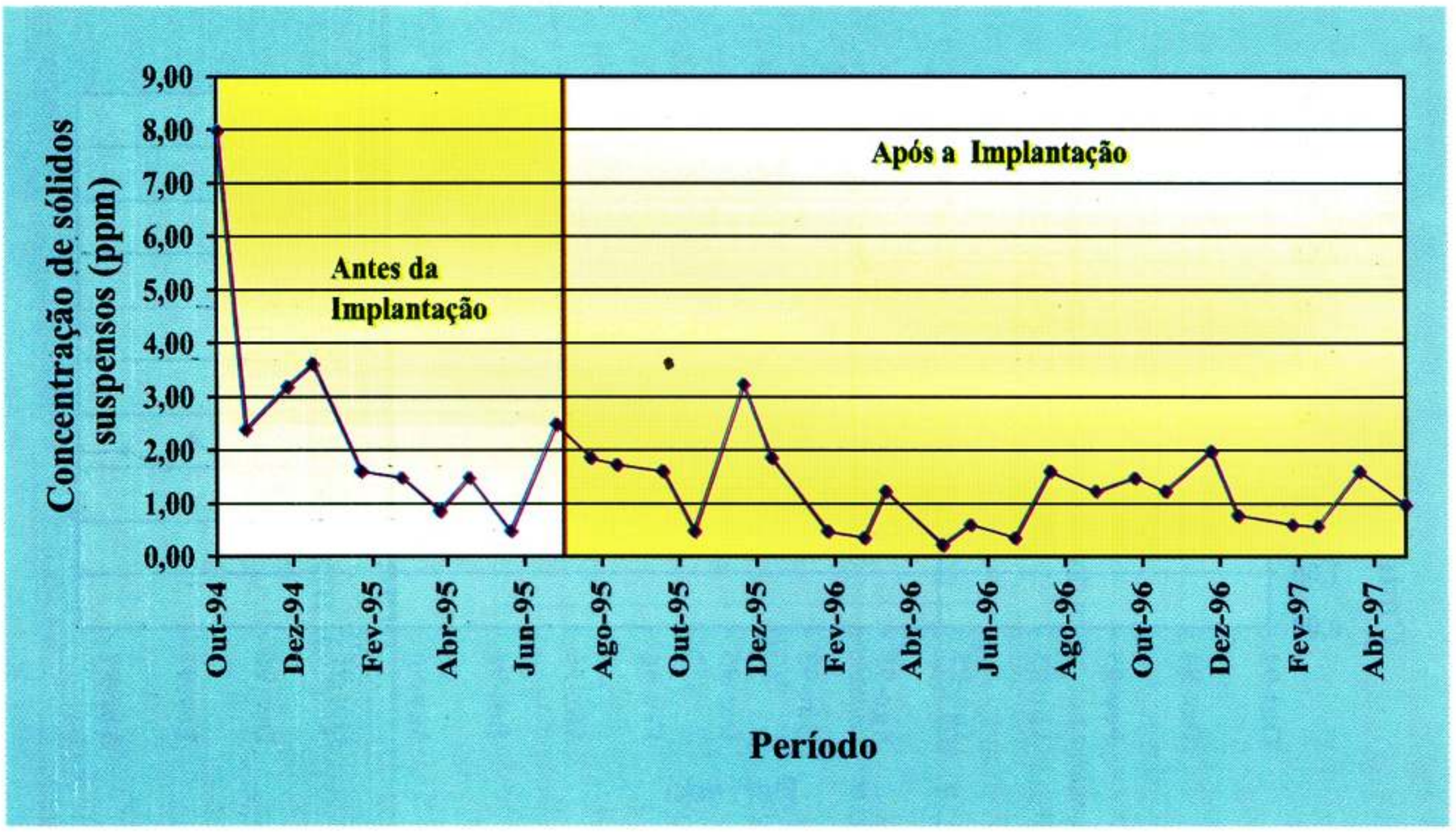


Figura 43. Teores de sólidos suspensos na água no ponto MA-5 do rio Tem Medo no PC Gerais de Balsas – MA, de outubro de 1994 a abril de 1997.

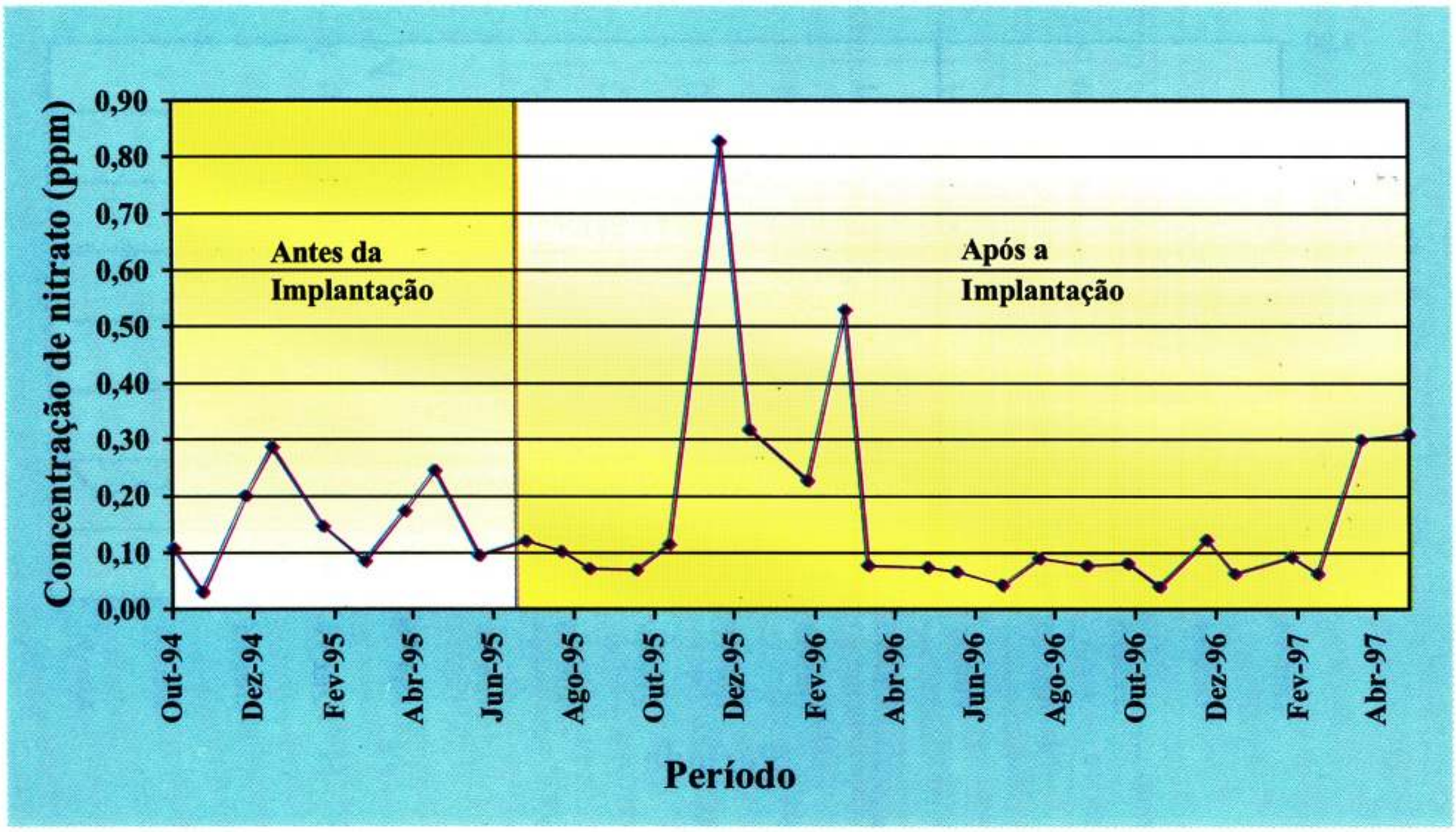


Figura 44. Concentração de nitrato na água no ponto MA-5 do rio Tem Medo no PC Gerais de Balsas – MA, de outubro de 1994 a abril de 1997.

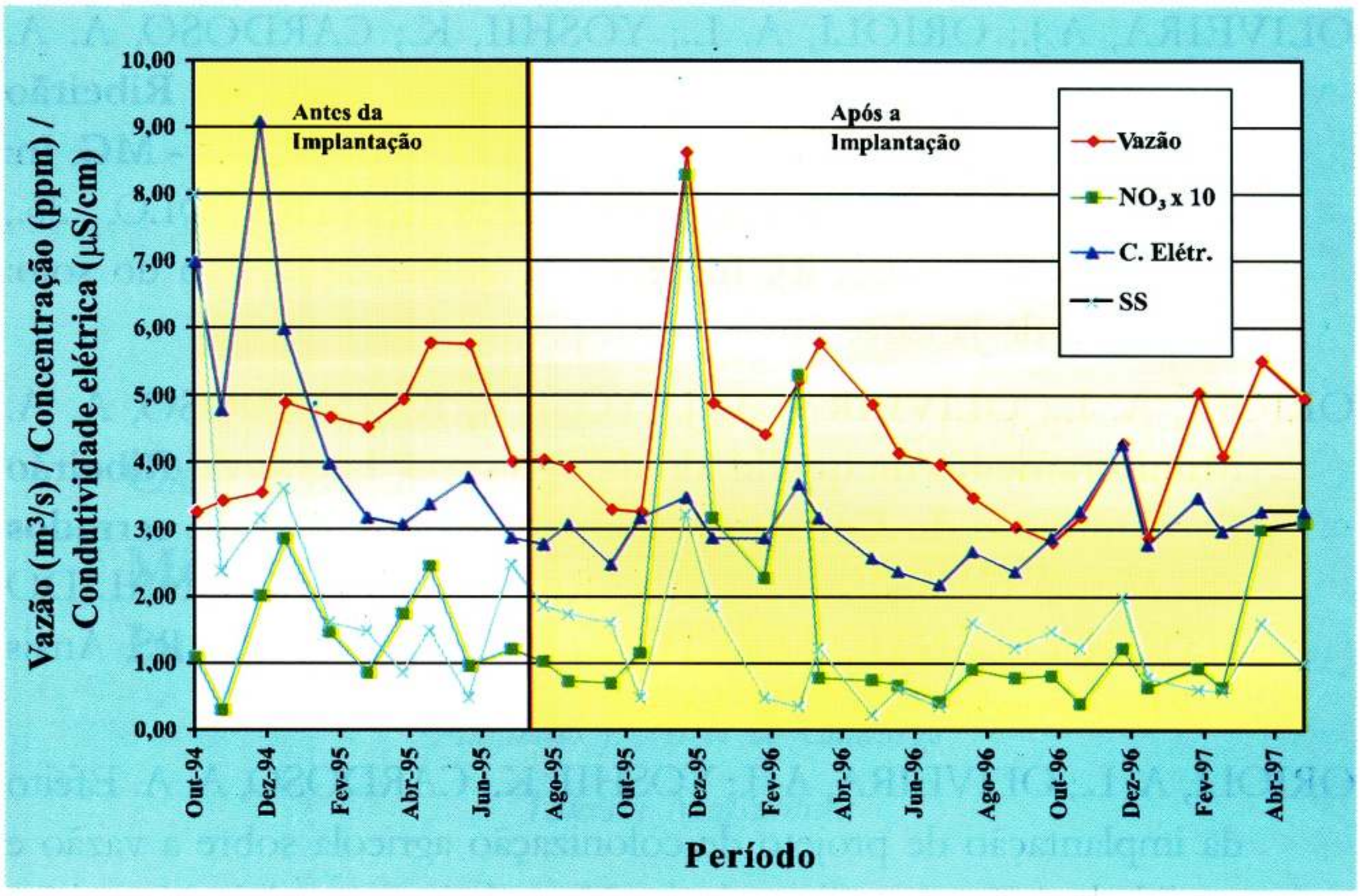


Figura 45. Correlação entre vazão e concentração de nitrato, condutividade elétrica e teor de sólidos suspensos no ponto MA-5 do rio Tem Medo no PC Gerais de Balsas – MA.

6.6 Bibliografia Consultada

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 16. ed. Washington: Publication Office American Public Health Association, 1985. 1.268p.

ARAI, T. **Fundamentos para pesquisa do meio ambiente aquático.** Tóquio: Kokon Shoin, 1994. Texto em japonês.

ASSOCIAÇÃO JAPONESA DE ANÁLISE QUÍMICA: Sucursal de Hokkaido. **Análise da qualidade da água.** 4.ed. [S.l.]: Kagaku Dojin,1994. Texto em japonês.

OLIVEIRA, A.J.; ORIOLI, A. L.; YOSHII, K.; CARDOSO, A. A. **Monitoramento da qualidade da água da bacia do Ribeirão Pantaninho no Projeto de Colonização Iraí de Minas - MG**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro, RJ. Informação, globalização, uso do solo: anais. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p.494.

ORIOLI, A. L.; OLIVEIRA, A. J.; YOSHII, K.; CARDOSO, A. A. **Monitoramento da qualidade da água nas bacias do Ribeirão Pantaninho e do Córrego Mundo Novo em área de cerrados em Minas Gerais.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo, RS. Anais ... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 117-119.

ORIOLI, A. L.; OLIVEIRA, A. J.; YOSHII, K.; CARDOSO, A. A. Efeito da implantação de projeto de colonização agrícola sobre a vazão e qualidade da água na Chapada das Mangabeiras no sul do Maranhão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., 1998, Fortaleza, CE. **Resumos expandidos**... [S.l.]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.99.

SAIJO, H.; MITAMURA, O. **Novos métodos para pesquisa de lagos e rios.** Tóquio: Kodansha, 1995. p.126-186. Texto em japonês.

TAKEUCHI, M. **Metodologia para avaliação do coeficiente de purificação da água:** manual para método e avaliação multifuncional. Tóquio: Secretaria da Associação de Tecnologia Científica, Instituto Nacional e Ciências Agroambientais (NIAES), Ministério da Agricultura, Pesca e Floresta do Japão, 1992. p.1-30. Texto em japonês.

CAPÍTULO 7

MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE - INSETOS

Amabílio J. Aires de Camargo

Takeshi Matsumura

7.1 Situação atual da diversidade entomológica do Cerrado e a necessidade de pesquisas e monitoramento

O Cerrado apresenta grande número de habitats, com formações vegetais abertas, como os campos de gramíneas, por exemplo, e formações fechadas como os vários tipos de Cerrado, Mata Seca e Mata Ciliar. Além disso, fazem parte deste Bioma os Campos Úmidos e as Veredas, ambientes que são muito importantes para vários grupos da fauna do Brasil.

A savana brasileira, conhecida como Cerrado, constitui o segundo maior domínio morfoclimático do Brasil. Ocupa cerca de 22% do território, perdendo em área apenas para a floresta Amazônica.

Os diversos tipos de Cerrado são constituídos por árvores de pequeno e médio portes, distribuído de forma espaçada em alguns tipos, e com maior densidade em outros .

O fogo é um elemento incorporado à vegetação do Cerrado. De maneira geral, as plantas são bem adaptadas à queima, apresentando vigorosa rebrota logo após a passagem do fogo.

O solo do Cerrado, comparado ao das florestas e ao das matas, é pobre em sais nutrientes (Kricher, 1989). Enquanto a floresta Tropical Amazônica, com sua biodiversidade rica e exótica, tem chamado a atenção da opinião pública mundial e, como conseqüência, têm sido realizadas várias pesquisas. Já o interesse das pessoas em relação ao Cerrado, embora crescente nos últimos anos, ainda é baixo, sendo, relativamente, poucas as informações sobre a sua fauna e flora.

Acredita-se que a diversidade entomológica do Cerrado seja bastante alta, mas os estudos são ainda pontuais e de curta duração.

Atualmente, na coleção entomológica da Embrapa Cerrados, existem cerca de 50.000 insetos, sendo a maioria lepidópteros. Estes insetos estão distribuídos em mais de 11.000 espécies, o que representa apenas uma pequena percentagem dos insetos que habitam essa extensa área.

Para os lepidópteros, a avaliação do impacto das atividades antrópicas pode ser feita através do acompanhamento das flutuações da biodiversidade, combinada com o monitoramento da composição de espécies.

A diversidade entomológica, de modo geral, está intrinsecamente ligada e dependente da diversidade das espécies vegetais, afetando mais diretamente os insetos fitófagos. Já os insetos predadores e parasitas recebem uma influência indireta, pela presença ou ausência de outros membros da fauna, que servirão como hospedeiro. Outros fatores que podem influenciar a biodiversidade são: o clima (principalmente o período de duração da seca e o índice de precipitação na época da chuva), topografia e a composição do solo.

É importante também acompanhar a ação do homem no processo espacial e temporal. De maneira geral, o impacto que o processo de desenvolvimento exerce sobre as áreas de reserva é maior na borda que faz limite com a área destinada à lavoura.

Diferentemente da estabilidade do solo e do microclima da área de reserva, a condição instável e a simplificação das áreas cultivadas reduzem

drasticamente a biodiversidade. Por causa da alteração brusca da flora, os animais que vivem neste espaço sofrerão - de forma indireta - o seu impacto. É necessário compreender de forma espacial e temporal o raio de alcance do impacto causado pelo desenvolvimento nas áreas de transição e nas áreas de reserva.

Em estudos de impacto ambiental, é importante a escolha de um grupo taxonômico que sirva como indicador das alterações ambientais. Na América do Sul, onde a fauna entomológica ainda é pouco conhecida e com imensa gama de espécies, é praticamente impossível trabalhar com todos os grupos de insetos. Daí a necessidade de selecionar um determinado grupo que possibilite trabalhar sob uma base taxonômica aceitável.

Para a seleção do grupo taxonômico, deverão ser observadas as seguintes condições:

1) Que o grupo seja representativo.

2) Que exista um conhecimento básico sobre a classificação e hábitos do grupo selecionado.

3) Que possa ser capturado em quantidade suficiente.

De acordo com o grupo selecionado, o método de captura e de tratamento da amostra será diferenciado. Portanto, o planejamento deverá ser elaborado da melhor forma possível, quanto ao período de avaliação, horário, tempo e à seleção do local. No caso de realizar a pesquisa com periodicidade, é preferível que seja efetuada de acordo com o método planejado. Por alguma razão, caso ocorra a necessidade de alterar o método no meio da pesquisa, isto deverá ser o mínimo necessário, considerando a posterior análise comparativa dos dados. Quanto ao método da coleta e conservação da coleção, consultar (Baba & Hirashima, 1992).

A periodicidade da pesquisa e do monitoramento ambiental na localidade do empreendimento é necessária para obter as informações sobre o impacto causado nas áreas de conservação (reserva) a longo prazo. A análise destes dados poderá fornecer subsídios para futuros estudos.

7.2 Pesquisas efetuadas: diversidade de lepidópteros noturnos no Cerrado

O objetivo principal foi fazer análises comparativas temporais entre sítios de amostragens da composição e diversidade de espécies de lepidópteros noturnos.

Os estudos foram realizados no Projeto de Colonização Gerais de Balsas, localizado ao sul do Estado do Maranhão, no mês de fevereiro de 1996, 1997 e 1998, na fase de pré-floração da soja.

Para cada noite de coleta, para um total de quatro noites, foram instaladas quatro armadilhas luminosas com raio de ação de aproximadamente 175 metros (Silveira Neto et al., 1976). As armadilhas eram compostas de dois tecidos brancos onde os insetos foram capturados com câmaras mortíferas, contendo éter ou amônia. Ao longo do tecido branco foram colocadas lâmpadas mistas de 250 watts, alimentadas com gerador a gasolina (Figura 46).

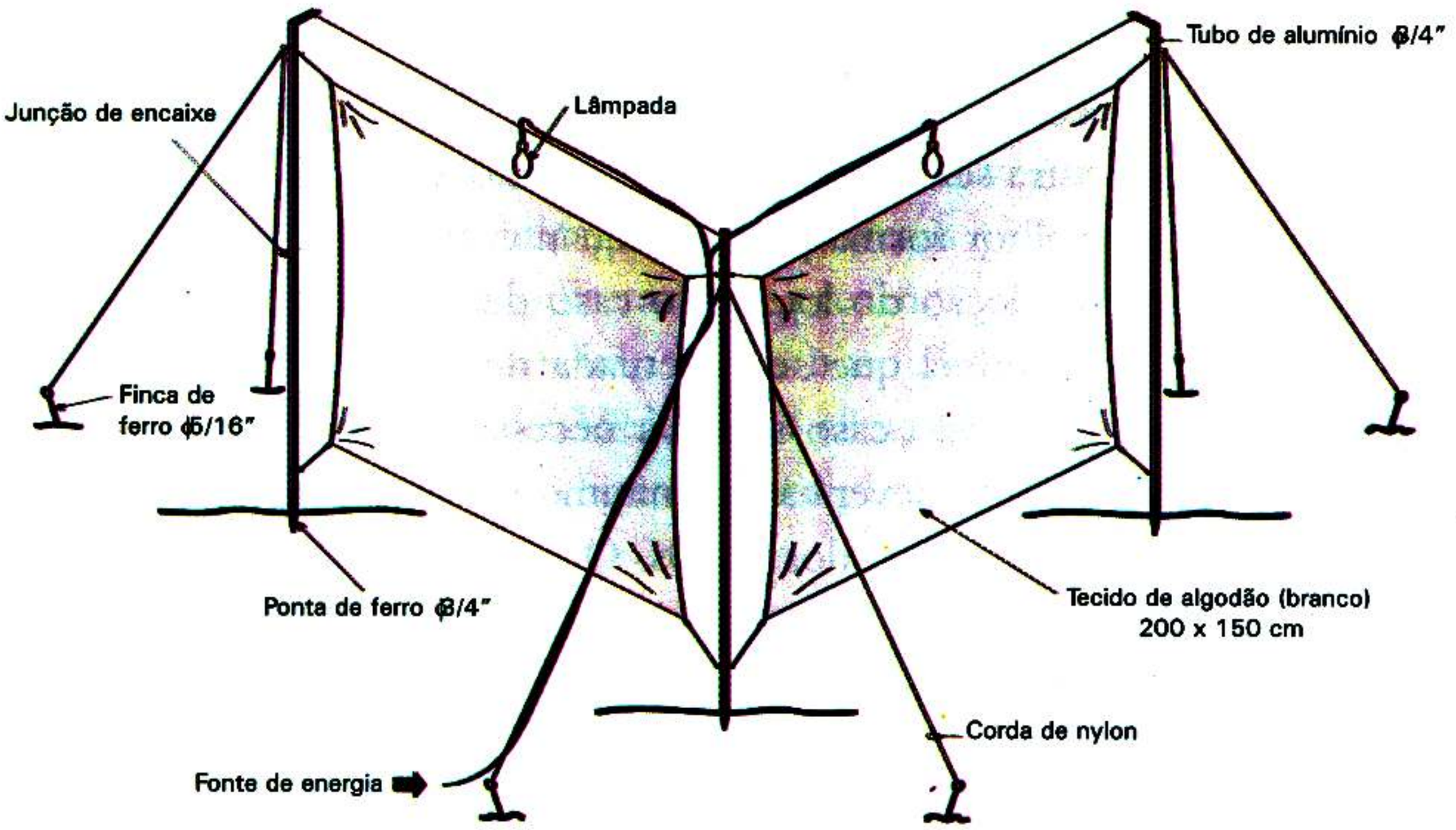


Figura 46. Armadilha luminosa utilizada nas coletas.

Os quatro pontos ou sítios de coleta ficaram distribuídos da seguinte maneira: o primeiro sítio de amostragem (SI) foi instalado no interior da lavoura de soja a 600 m da reserva, o segundo sítio (SII) no interior da área preservada a 50 metros da soja. O terceiro e quarto sítios (SIII e SIV) também ficaram localizados na área de reserva a 400 m e 750 m, respectivamente, da lavoura (Figura 47).

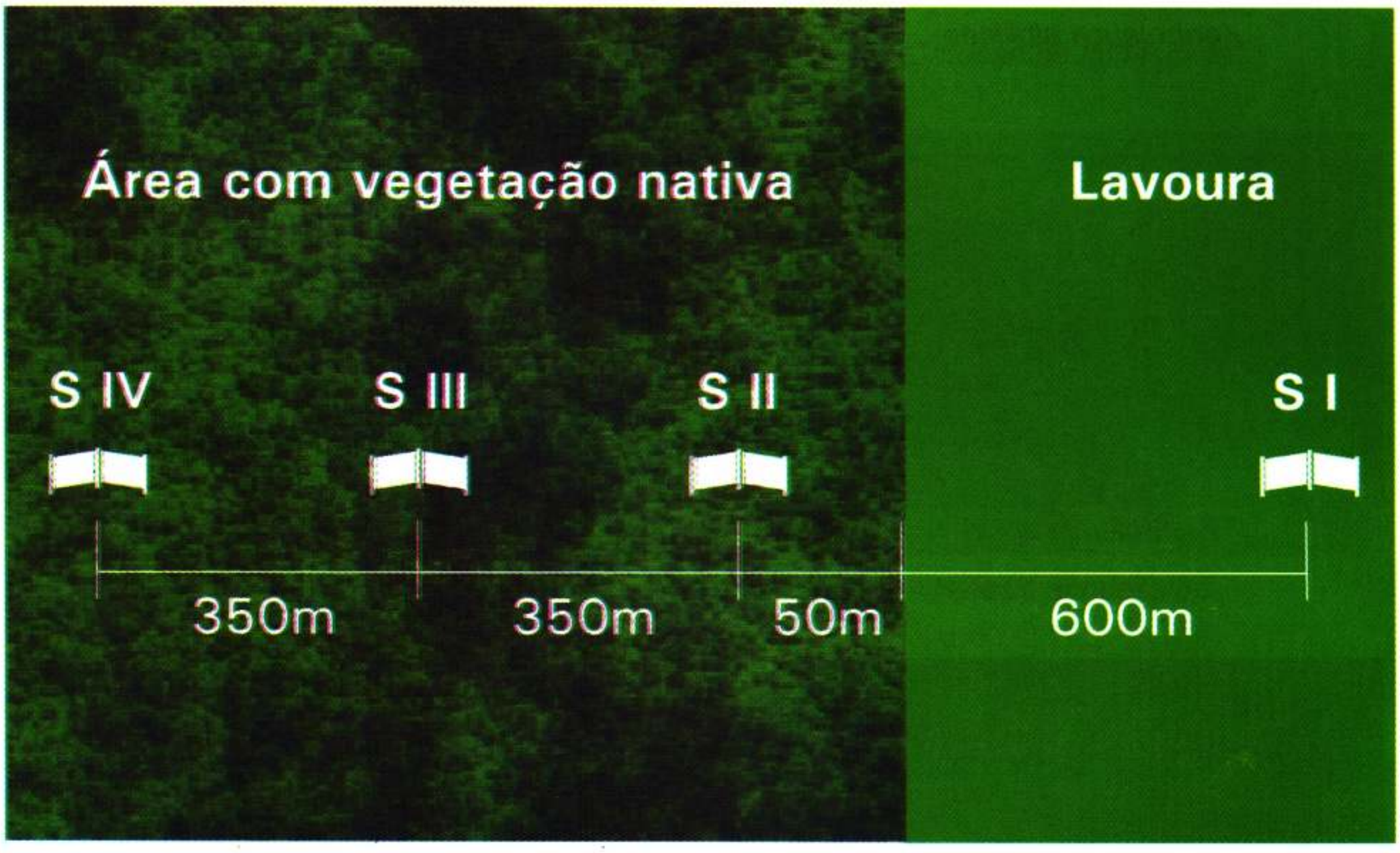
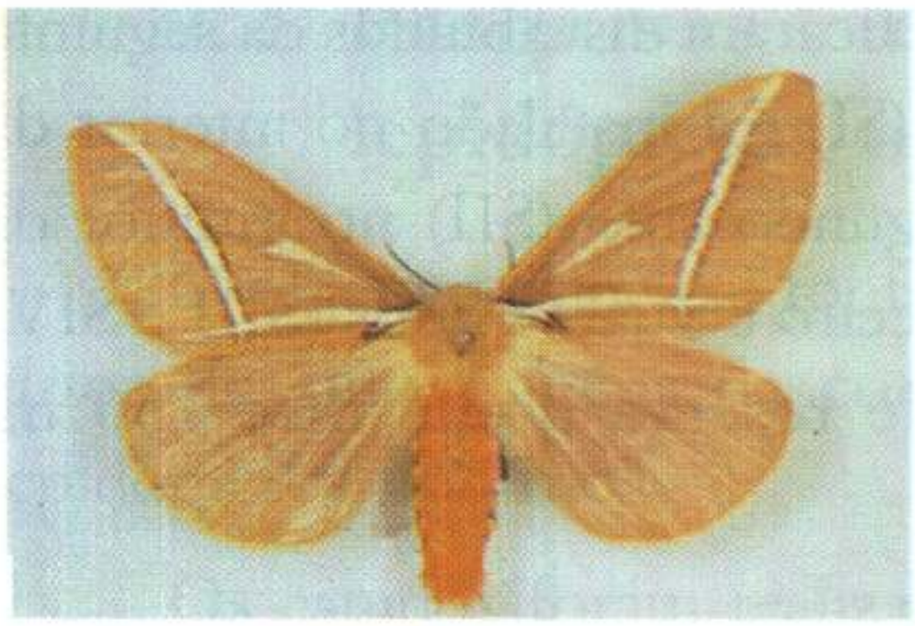


Figura 47. Esquema de amostragem.

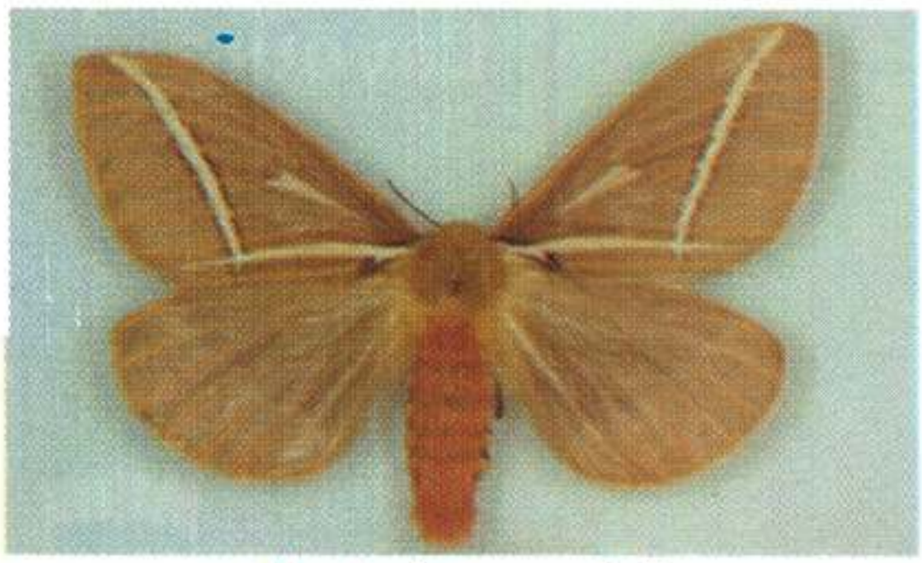
As amostras foram coletadas na área de reserva próxima aos lotes 15 e 16, no horário de 20 h às 21 horas. Como o ciclo lunar interfere nas atividades dos insetos noturnos e, conseqüentemente, na eficiência da armadilha, seguindo a recomendação de Lara et al. (1974), para realizar a coleta da amostra, foram escolhidas noites com lua, nas fases minguante ou nova, sem chuva e pouco vento.

Todo material entomológico coletado foi separado por armadilha, família, espécie, e contabilizados todos os exemplares de cada espécie. O total de exemplares coletados nestes três anos de estudo foi de 15.511, distribuídos em 773 espécies e 32 famílias. A Figura 48 ilustra algumas espécies.

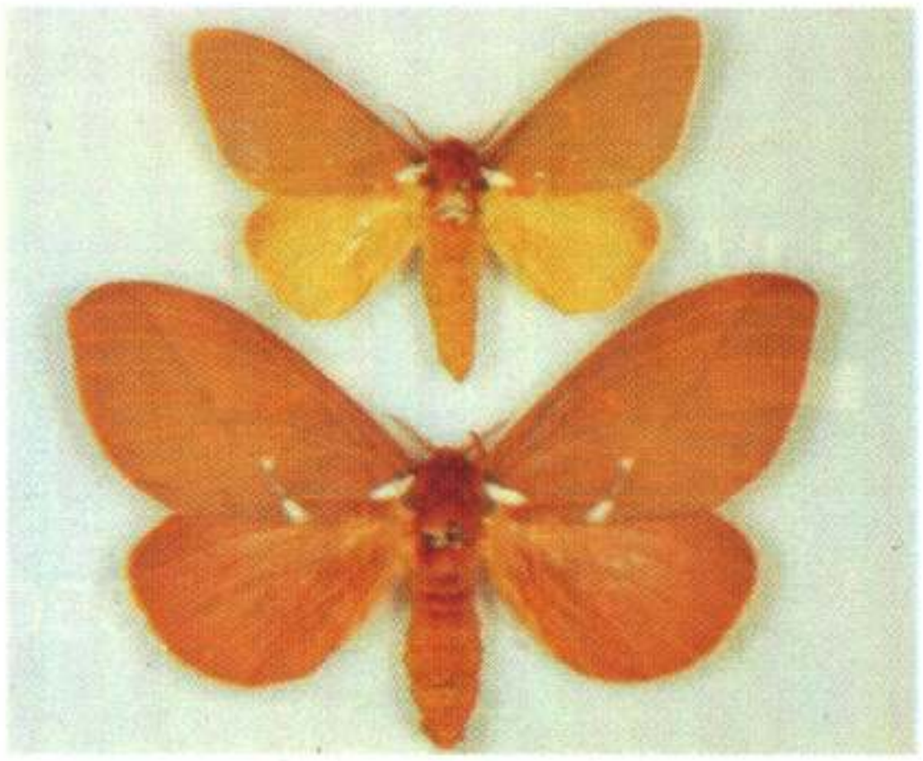


Kentroleuca albilinea

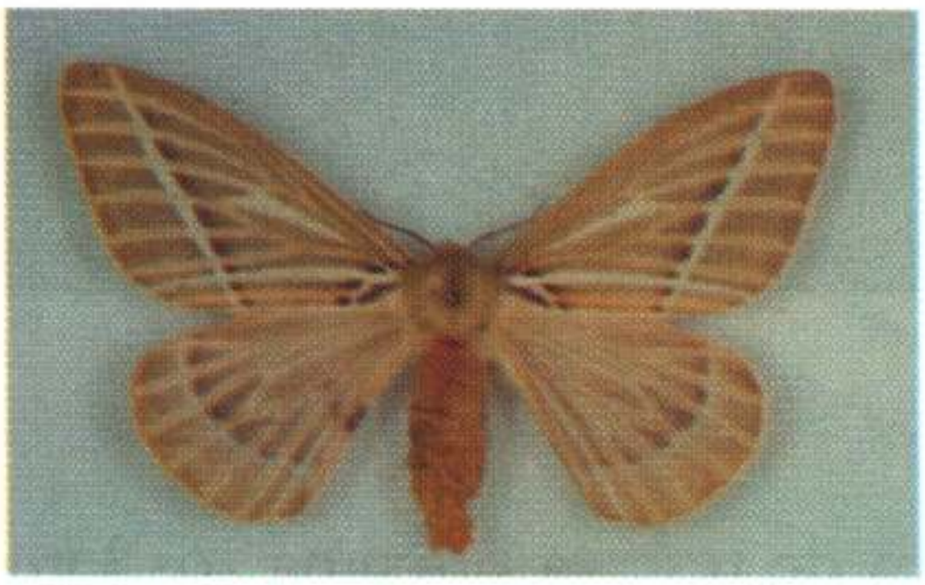
Copiopteryx montei



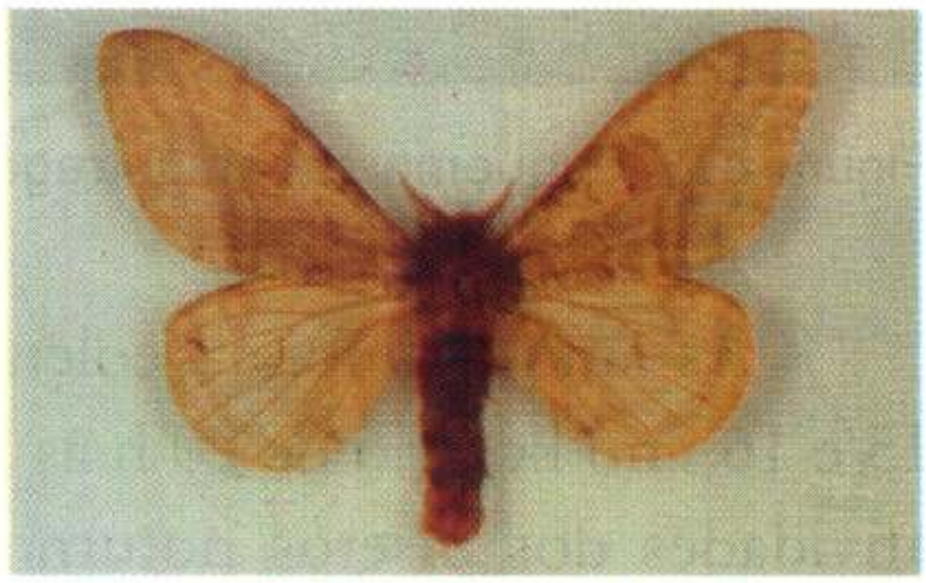
Kentroleuca spitzi



Schausiella spitzi

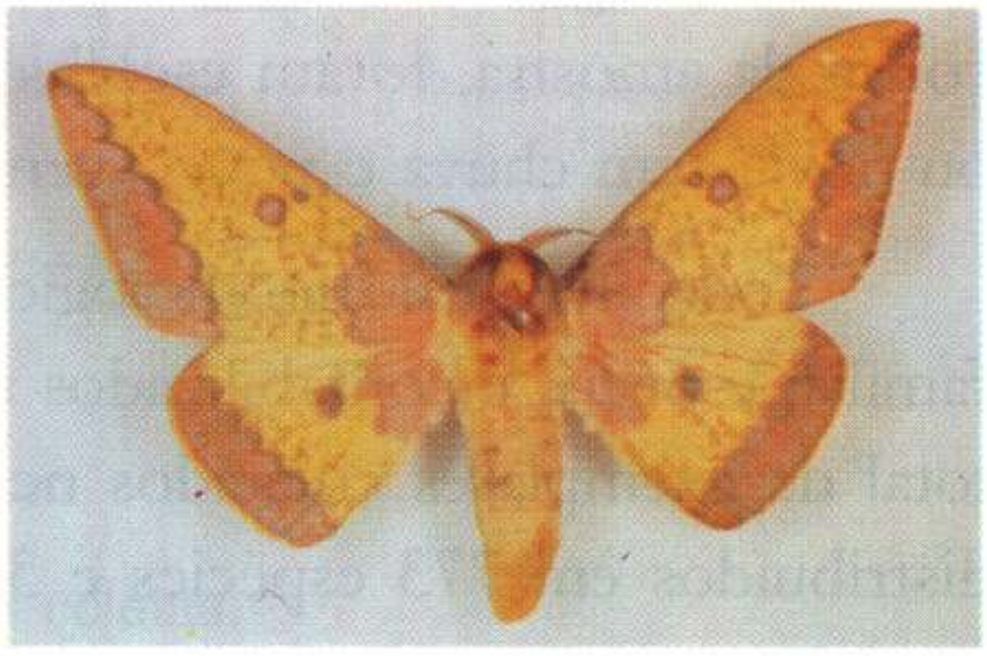


Kentroleuca lineosa

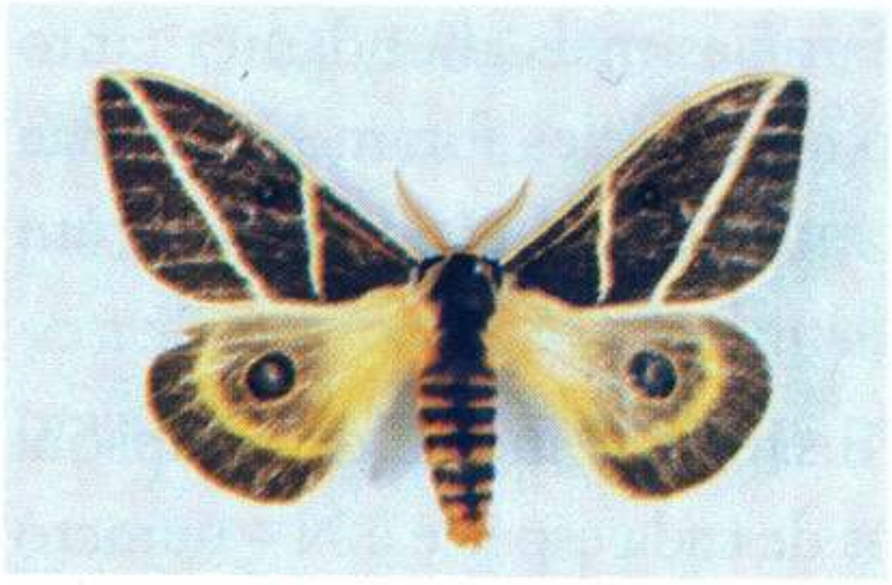


Molippa basinoides

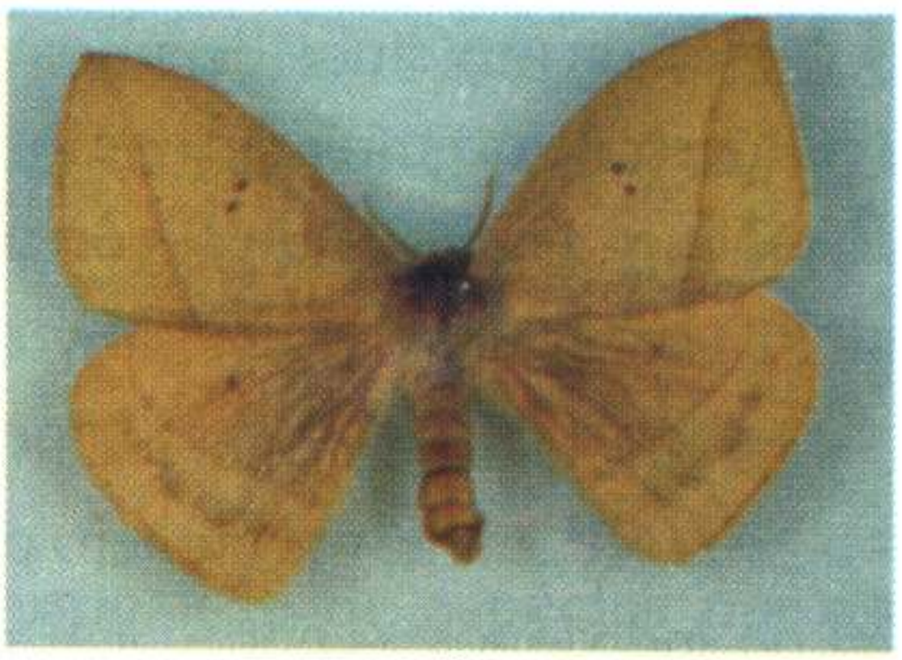
Arsenura pandora



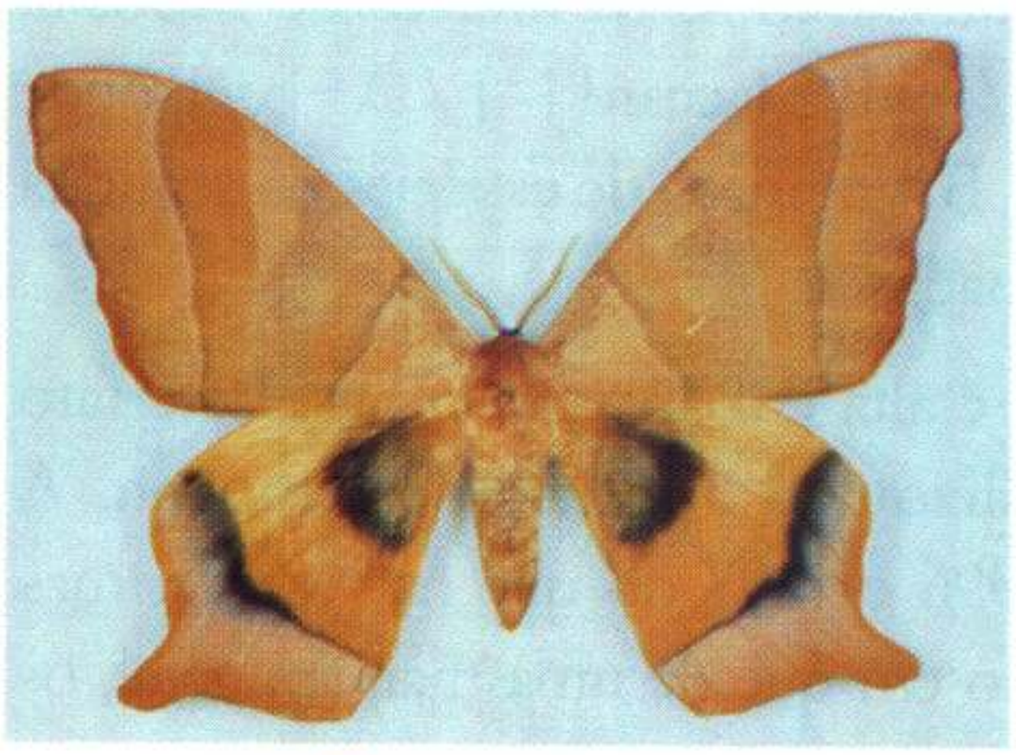
Eacles lemairei



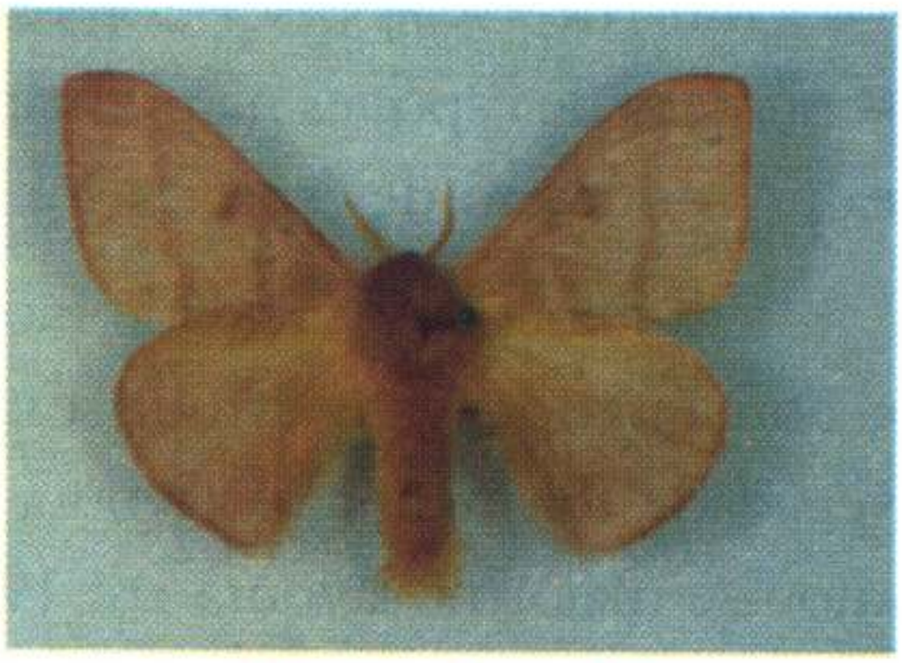
Automeris lauroia



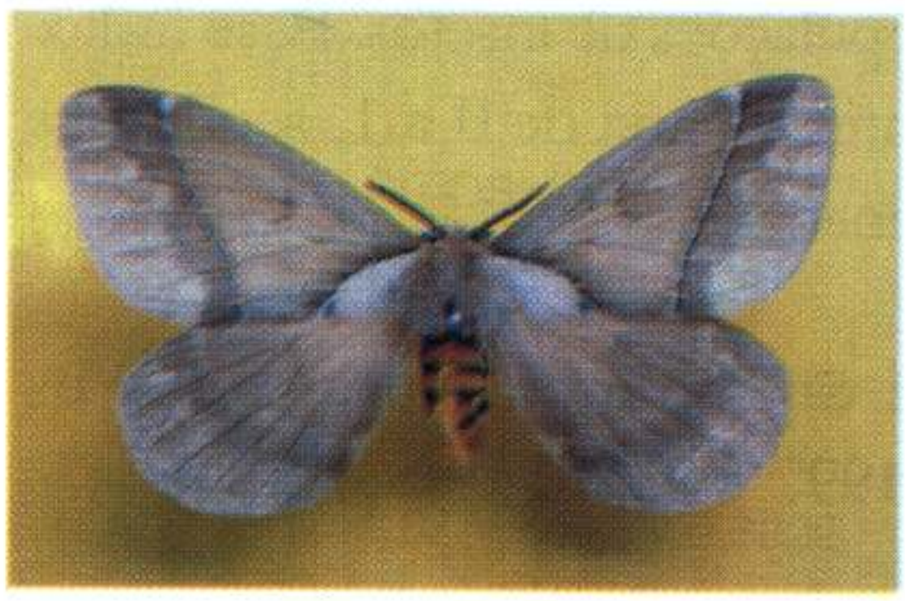
Catacantha latifasciata



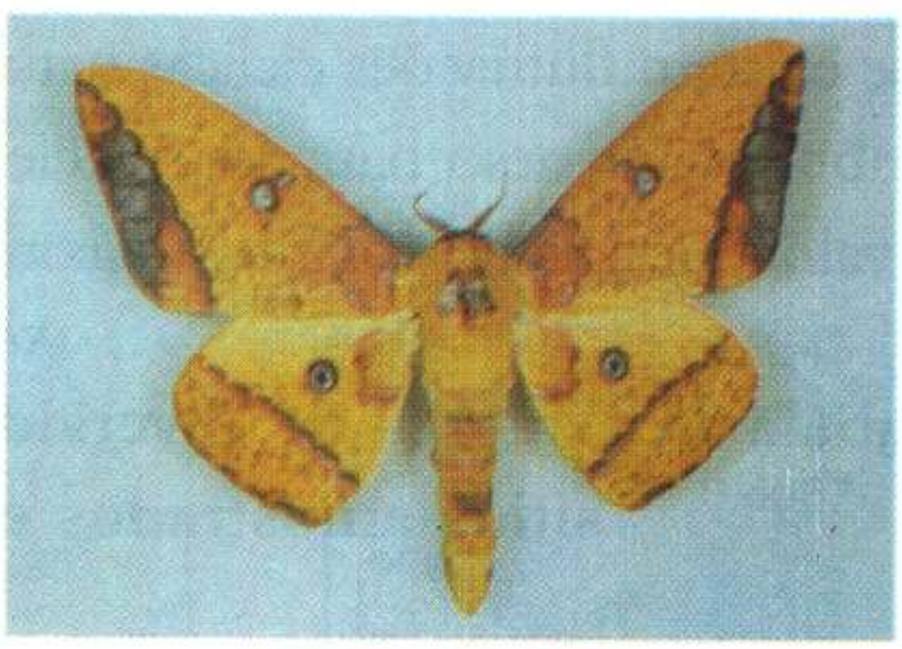
Titaea orsinome



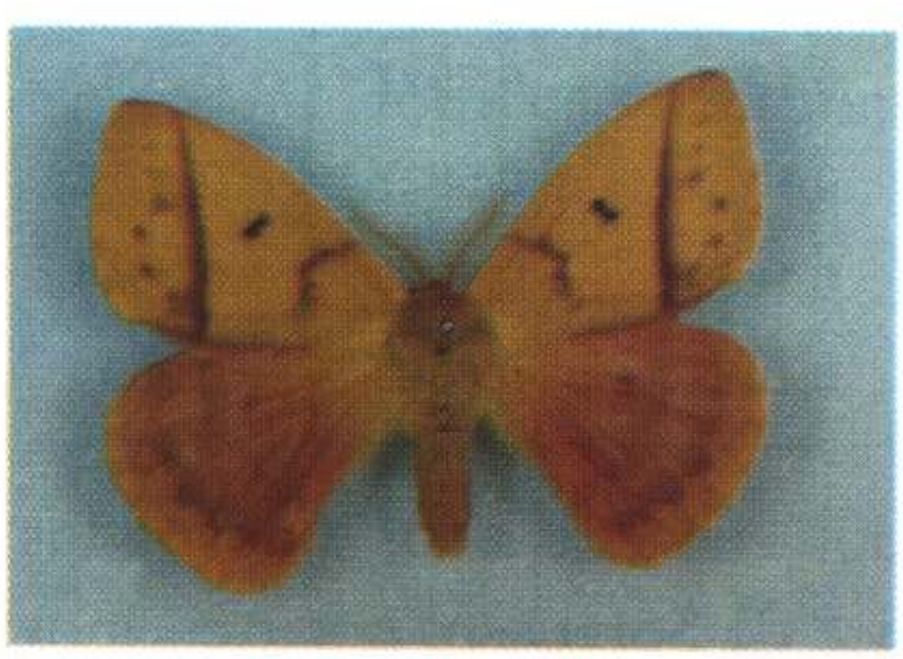
Hylesia schuessleri



Pseudodirphia agis



Eacles fairchildi



Catacantha obliqua

Figura 48. Exemplos de Lepidópteros típicos da região do Cerrado.

Nos quatro sítios de amostragem, as famílias mais abundantes tanto no número de exemplares como no número de espécies foram Noctuidae e Pyralidae, seguidas de Geometridae e Crambidae. Este tem sido um padrão observado freqüentemente para região do Cerrado.

A diversidade ecológica foi calculada usando o índice de Simpson: $\lambda=1-\sum(n_i/N)^2$, onde, n= número de indivíduos de cada espécie e N= número total de indivíduos, sendo que a dominância é $\sum(n_i/N)^2$. A semelhança da composição de espécies foi calculada utilizando-se os índices de Morisita $M=2\sum n_1 n_2/(\lambda_1+\lambda_2)(N_1 N_2)$; Sörensen=2J/A+B e Jaccard J=J / A+B - J, onde A= número de espécies na primeira área, B= número de espécies na segunda área e J= número de espécies compartilhadas.

Em geral, a diversidade biológica é alta em áreas tropicais. Este fato foi constatado neste estudo onde utilizou-se o índice de Simpson. A diversidade foi menor na lavoura em 1996 e 1997 do que na reserva, mas tornou-se maior na lavoura em 1998, ano em que de uma maneira geral, os valores de diversidade pelo método de Simpson foram menores (Tabela 16). Serão necessários estudos de longo prazo para conclusões definitivas, visto que existem flutuações cíclicas naturais nas populações de insetos. Esse índice atribui maior peso para as espécies dominantes e varia de 0 a 1, sendo que o valor 1 equivale ao valor máximo de diversidade.

Tabela 16. Valores de diversidade e de dominância para todos os sítios amostrados em 1996, 1997 e 1998.

Sítios	1996		1997		1998	
	Diversidade	Dominância	Diversidade	Dominância	Diversidade	Dominância
S I	**0,7416**	0,2584	**0,8069**	0,1930	**0,7917**	0,2082
S II	**0,7139**	0,2860	**0,8126**	0,1873	**0,5927**	0,4072
S III	**0,9451**	0,0548	**0,8360**	0,1639	**0,6956**	0,3044
S IV	**0,9002**	0,0997	**0,8517**	0,1482	**0,6398**	0,3601

Os índices de semelhança, encontrados entre os sítios amostrados pelo índice de Morisita e também pelo índice de Sörensen, nos três anos de estudo, são mostrados nas Tabelas 17, 18 e 19.

Com exceção dos valores observados no ano de 1996 entre os sítios II e III (borda e cultura) e no ano de 1998 entre os sítios I e II (cultura e borda), pelo índice de Morisita, não houve diferença significativa nos índices de semelhança nos três anos analisados. Possivelmente estudos de mais longo prazo sejam necessários para que alguma tendência possa ser detectada.

Tabela 17. Análise comparativa na composição de espécies por dois índices de similaridade nos quatro sítios de estudo em 1996.

	SÖRENSEN				
	SÍTIOS	I	II	III	IV
MORISITA	I	-	0,4229	0,4116	0,4000
	II	0,9842	-	0,5077	0,5013
	III	0,7042	0,6909	-	0,5454
	IV	0,8581	0,8449	0,9000	-

Tabela 18. Análise comparativa na composição de espécies por dois índices de similaridade nos quatro sítios de estudo em 1997.

	SÖRENSEN				
	SÍTIOS	I	II	III	IV
MORISITA	I	-	0,3874	0,3886	0,3543
	II	0,8293	-	0,4615	0,3931
	III	0,9364	0,9612	-	0,4037
	IV	0,8022	0,9830	0,9512	-

Tabela 19. Análise comparativa na composição de espécies por dois índices de similaridade nos seis sítios de estudo em 1998.

	SÖRENSEN				
	SÍTIOS	I	II	III	IV
MORISITA	I	-	0,3980	0,3299	0,3394
	II	0,6751	-	0,3678	0,3534
	III	0,7865	0,9258	-	0,3111
	IV	0,7582	0,9356	0,9925	-

A similaridade na composição de espécies, calculada através de três diferentes índices, entre mesmos sítios de amostragens, apresentou diferença significativa apenas no sítio I (cultura) por qualquer dos métodos utilizados nos anos comparados pelo estudo (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20. Análise comparativa de similaridade entre os mesmos sítios de estudo para os anos de 1996 e 1997.

Sítios comparados	Morisita	Sörensen	Jaccard
I e I	0,4968	0,2085	0,1164
II e II	0,8439	0,2765	0,1604
III e III	0,6021	0,2589	0,1487
IV e IV	0,7989	0,1837	0,1011

Tabela 21. Análise comparativa de similaridade entre os mesmos sítios de estudo para os anos de 1997 e 1998.

Sítios comparados	Morisita	Sörensen	Jaccard
I e I	0,8359	0,3158	0,1875
II e II	0,8109	0,2394	0,1359
III e III	0,7956	0,2373	0,1346
IV e IV	0,8320	0,2029	0,1129

A freqüência de espécies relacionada ao número de indivíduos (equitabilidade) é um componente da diversidade que mostra a existência ou não de dominância. Estudos sobre comunidades tropicais sugerem que a maioria das espécies apresentem poucos indivíduos (Preston, 1948;1960). Esta tendência foi observada nas áreas estudadas no Maranhão, onde a maioria das espécies mostraram-se raras com até dois exemplares coletados, tanto em 1996 e 1997, como em 1998 (Tabelas 22, 23 e 24).

Tabela 22. Freqüência de espécies relacionada com o número de exemplares (equitabilidade) nos quatro sítios de estudo em 1996.

Classes de abundância (exemplares)	Número de espécies			
	Sítio I	Sítio II	Sítio III	Sítio IV
1-2	107	149	146	126
3-5	17	18	28	33
6-10	12	10	15	14
11-19	5	6	7	8
20-36	1	2	3	3
37-69	1	0	0	0
70-134	1	0	0	0
135-263	0	0	1	1
264-520	1	0	0	0
521-1033	0	1	0	0
Total	145	186	200	185

Tabela 23. Freqüência de espécies relacionada com o número de exemplares (equitabilidade) nos quatro sítios de estudo em 1997.

Classes de abundância (exemplares)	Número de espécies			
	Sítio I	Sítio II	Sítio III	Sítio IV
1-2	52	91	76	75
3-5	6	19	22	23
6-10	2	7	6	5
11-19	2	5	2	2
20-36	2	0	0	1
37-69	0	0	1	0
70-134	1	1	0	2
135-263	1	1	2	1
264-520	0	1	0	0
Total	66	125	109	109

Tabela 24. Freqüência de espécies relacionada com o número de exemplares (equitabilidade) nos quatro sítios de estudo em 1998.

Classes de abundância (exemplares)	Número de espécies			
	Sítio I	Sítio II	Sítio III	Sítio IV
1-2	50	104	96	80
3-5	9	16	19	9
6-10	2	4	6	4
11-19	1	4	1	0
20-36	0	1	0	1
37-69	0	0	1	0
70-134	2	1	0	1
135-263	0	2	2	2
264-520	3	1	1	0
521-1033	0	0	0	1
1034-2058	0	1	1	0
Total	67	134	127	98

7.3 Pesquisas efetuadas: distribuição de lepidópteros noturnos em diferentes ambientes de Cerrado

Além do estudo realizado em Balsas, outros dois projetos de colonização (PC) foram estudados: Mundo Novo – MG e Iraí de Minas – MG. Os trabalhos de campo foram realizados em agosto e novembro de 1993 e fevereiro de 1994 em ambos os projetos.

Nessas áreas foram comparadas as diversidades biológicas de três fisionomias vegetais: Cerrado, Campo Sujo e Mata de Galeria. Observou-se que os valores de diversidade biológica, encontrados entre as fitofisionomias foram estatisticamente diferentes ($p<0,001$). O Cerrado *stricto sensu* apresentou maior riqueza de espécies nas duas áreas (Figuras 49 e 50).

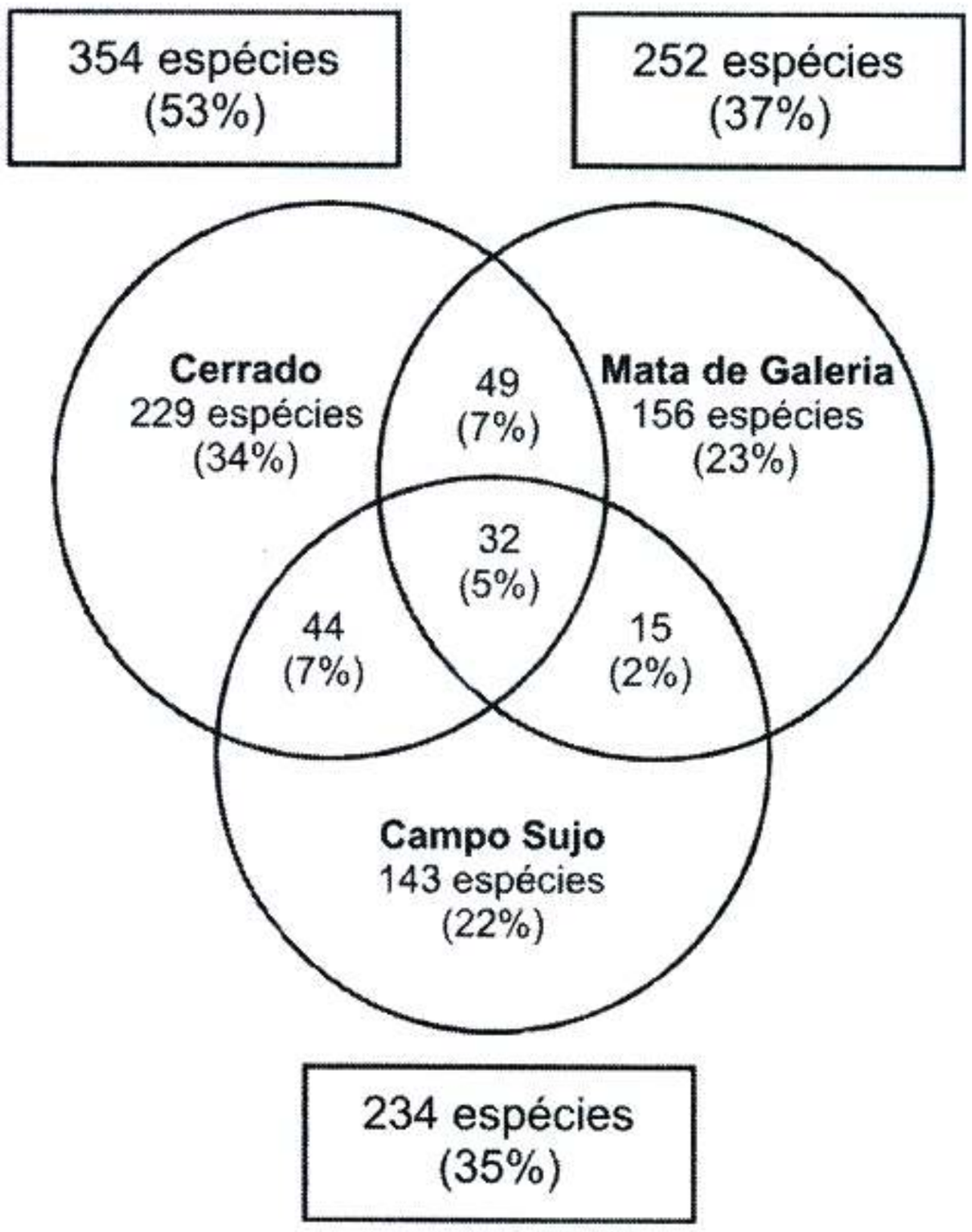


Figura 49. Distribuição absoluta e percentual das espécies de lepidoptera, por fitofisionomia, no PC Mundo Novo – MG.

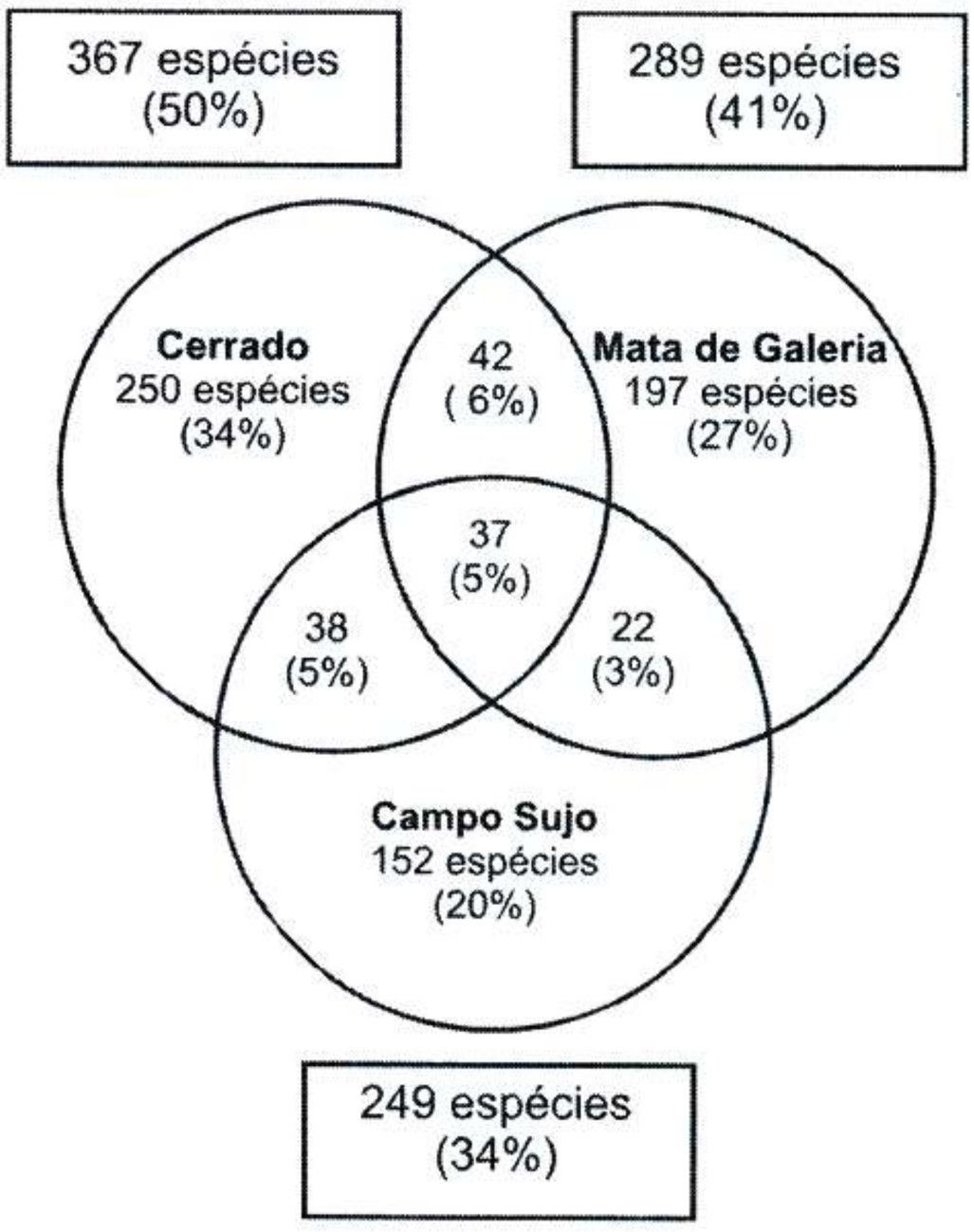


Figura 50. Distribuição absoluta e percentual das espécies de lepidoptera, por fitofisionomia, no PC Iraí de Minas – MG.

7.4 Temas para o futuro

7.4.1 Análises de diversidade e de similaridade

Os índices sugeridos por diversos pesquisadores demonstram que o grau de diversidade e de similaridade podem ser analisados sob diferentes aspectos (Kimoto, 1976). Estes índices consistem em método de análise quantitativa para comparar e avaliar a biodiversidade e devem ser acompanhados de outros tipos de estudos. É necessário compreender a função ecológica de cada espécie que compõe a comunidade.

7.4.2 Introdução do controle biológico

Atualmente, nas áreas agrícolas desenvolvidas pelo Projeto, a pulverização aérea de defensivos agrícolas é o meio utilizado para o controle de pragas. Como existe o receio de causar um impacto negativo sobre a fauna das áreas de reserva e áreas circunvizinhas, é desejável que medidas sejam tomadas para diminui-la.

Para desenvolver a agricultura sustentável a longo prazo, que leve em conta a conservação do meio ambiente, é preciso, de um lado, reduzir ao mínimo a pulverização de defensivos agrícolas, substituindo-os por inseticidas específicos (inseticidas que possuem efeito restrito) e de outro, planejar a introdução do controle biológico (inimigos naturais).

7.4.3 Importância da biodiversidade

Para melhor compreensão da biodiversidade de um ecossistema, devemos visualizar um meio ambiente produtivo e abundante, mas que permita a coexistência harmoniosa de diversas espécies de organismos vivos. Quando o ecossistema está equilibrado, com alta diversidade, ocorre um inter-relacionamento complexo entre as espécies, onde um interage com outro, e muitos inimigos naturais agem como fator de controle das populações, evitando que determinada espécie se reproduza de forma desordenada, mantendo assim o equilíbrio no ecossistema.

Para avaliar a biodiversidade de uma comunidade, é importante obter informações sobre o papel de cada espécie, especialmente as indicadoras do ecossistema e a sua relação com as demais espécies. Essas informações são importantes para melhor compreensão da cadeia alimentar.

7.4.4 Diversidade entomológica do Cerrado e a conservação de coleções como material para pesquisas

Uma vez que existem muitos aspectos desconhecidos sobre a diversidade entomológica do Cerrado, é importante aumentar a coleção de exemplares entomológicos, utilizando todas as oportunidades para a coleta de amostras sem estabelecer um grupo específico. Este material poderá fornecer subsídios para estudos básicos e aplicados, incluindo os de taxonomia. Sendo assim, é desejável que as amostras coletadas na pesquisa sejam conservadas, dentro do possível, como exemplares de referência.

Poderá ocorrer que espécimes considerados como uma espécie, com o avanço da pesquisa, sejam classificados como mais de uma espécie e sirvam de material para pesquisar variações intra-específicas. A montagem e a conservação de exemplares biológicos são frutos de um trabalho árduo e de longo prazo. Portanto, são necessárias a conscientização e a compreensão da sociedade e dos administradores de pesquisa. Estes últimos, fornecendo instalações para abrigar a coleção e recursos humanos para confeccionar e conservar as amostras.

A América Latina, e em especial o Brasil, pertence à nova zona tropical, e possui componentes biológicos totalmente distintos do Japão, que pertence a antiga zona norte, o que torna quase nula a similaridade do componente biológico entre os dois países. Neste sentido, para a compreensão da diversidade entomológica do Cerrado é indispensável a cooperação e a pesquisa conjunta de pesquisadores da América Latina.

7.5 Bibliografia consultada

BABA, K.; HIRASHIMA, Y. **Methods for collecting insects.** Fukuoka: University of Kyushu Press, 1991. Texto em japonês.

CAMARGO, A. J. A. de. Diversidade da fauna de Lepidópteros em dois projetos de colonização do Prodecer (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados) em Minas Gerais. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2., 1994, Londrina PR. **Anais...** Universidade Estadual de Londrina / Sociedade de Ecologia do Brasil, 1994. p.453.

CAMARGO, A. J. A. de. Levantamento da fauna entomológica nas áreas preservadas dos projetos de colonização Mundo Novo (Paracatu, MG) e Iraí (Iraí de Minas, MG). In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 1994, Uberlândia, MG. **O cerrado e o século XXI**: o homem, a terra e a ciência. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia / SBPC, 1994. p.72.

CAMARGO, A. J. A. de; BECKER, V. O. Análise preliminar da composição e diversidade da entomofauna de Lepidópteros noturnos em cinco áreas de Cerrado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília / Departamento de Ecologia, 1996. p.119.

KIMOTO, S. **Método de pesquisa da fauna** – I. Diversidade e composição da espécie. Tóquio: Kyoritsu, 1976. Texto em japonês.

KRICHER, J. C. **A Neotropical companion:** an introduction to the animals, plants and ecosystems of the New World Tropics. New Jersey: Princeton University Press, 1989.

LARA, F.M.; SILVEIRA NETO, S.; GALLO, D.; BANZATTO, D.A. Influência das fases lunares na coleta de algumas pragas com armadilhas. **Científica**, Jaboticabal, v.2, n.2, p.224-249,1974.

PRESTON, F. W. The commonness and rarity of species. **Ecology**, Durham, v. 29, p. 254-283, 1948.

PRESTON, F. W. Time and space and the variation of species. **Ecology**, Durham, v. 41, p. 611-627, 1960.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

Capítulo 8

Monitoramento da biodiversidade – Vegetação

Masayuki Nemoto

8.1 Introdução

A vegetação denominada Cerrado, apresenta paisagem similar à da savana, está distribuída na região central do Brasil (Figura 51). Essa vegetação consiste em campo com presença espaçada de árvores e, de acordo com a altura das árvores e sua densidade, poderá ser classificada em quatro principais grupos. Partindo do grupo com porcentagem maior de árvores, temos: Cerradão, com um aspecto de floresta (Figura 52); Cerrado Denso (Figura 53); Campo Sujo, com mistura espaçada de pequenos arbustos e moitas (Figura 54) e Campo Limpo, onde não há vegetação arbórea (Figura 55). Ao longo dos rios que cortam o Cerrado, desenvolvem-se as Matas Ciliares e, em muitos casos, nos declives suaves das suas margens são formadas áreas cobertas por herbáceas hidrófitas (Figuras 56 e 57).

Na região do Cerrado, que possui uma área superior a dois milhões de quilômetros quadrados, está presente, em forma de mosaico, a mencionada vegetação. Porém, cerca de 35% dessa área está sendo aproveitada para desenvolvimento de atividades agrícolas. A pesquisa

científica sobre o ecossistema da vegetação distribuída na região do cerrado, sua estrutura fitossociológica e composição florística de suas diferentes fitofisionomias, já vêm sendo realizadas, e muitos relatórios descrevem que a vegetação do cerrado sofreu impactos negativos causados pelas atividades de produção agrícola. Porém, não existe um trabalho de monitoramento que tenha pesquisado e analisado – de forma contínua e quantitativa – o impacto causado pelas atividades agrícolas sobre a vegetação nativa nas áreas de reserva contígua à lavoura.

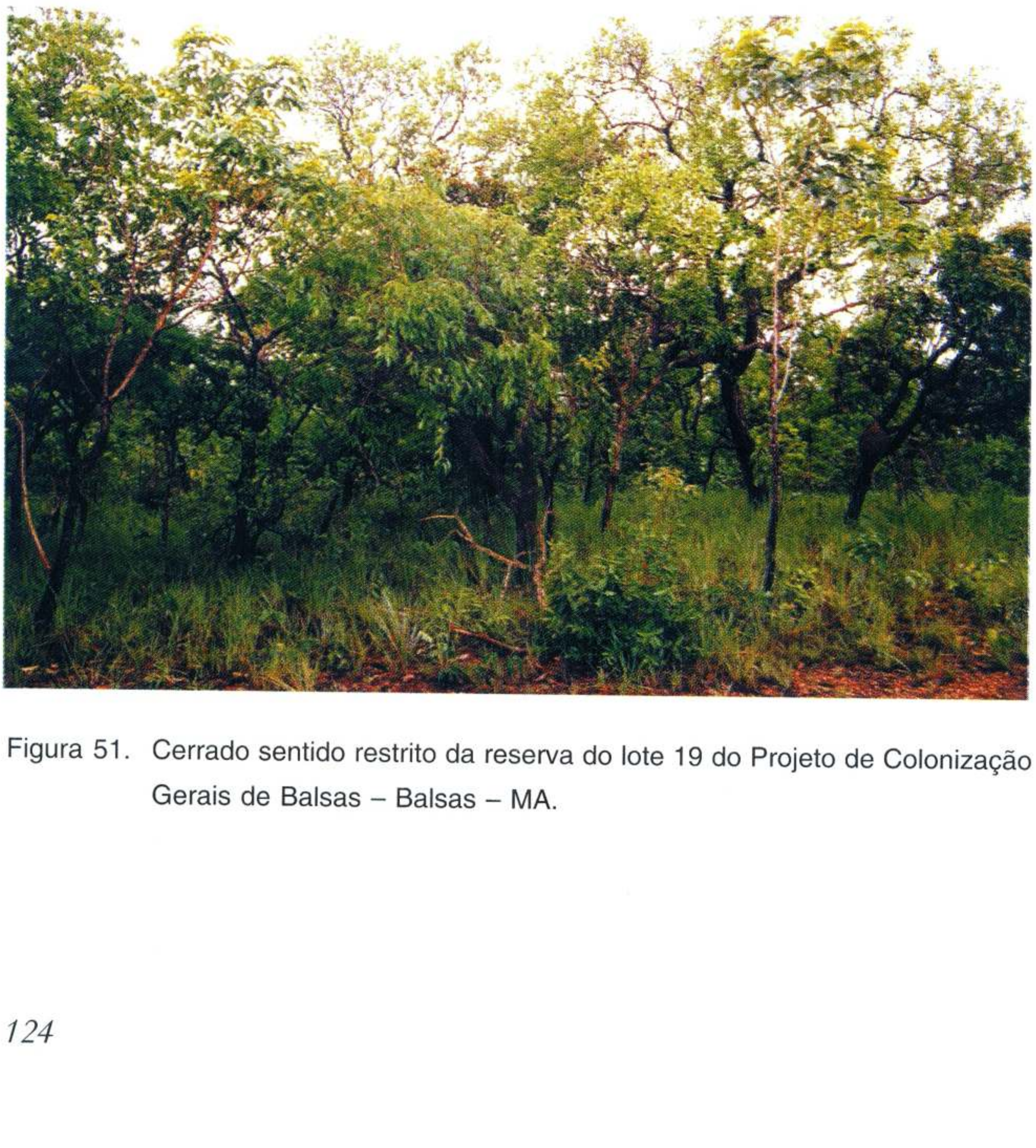


Foto: Condé, dez/97

Figura 51. Cerrado sentido restrito da reserva do lote 19 do Projeto de Colonização Gerais de Balsas – Balsas – MA.

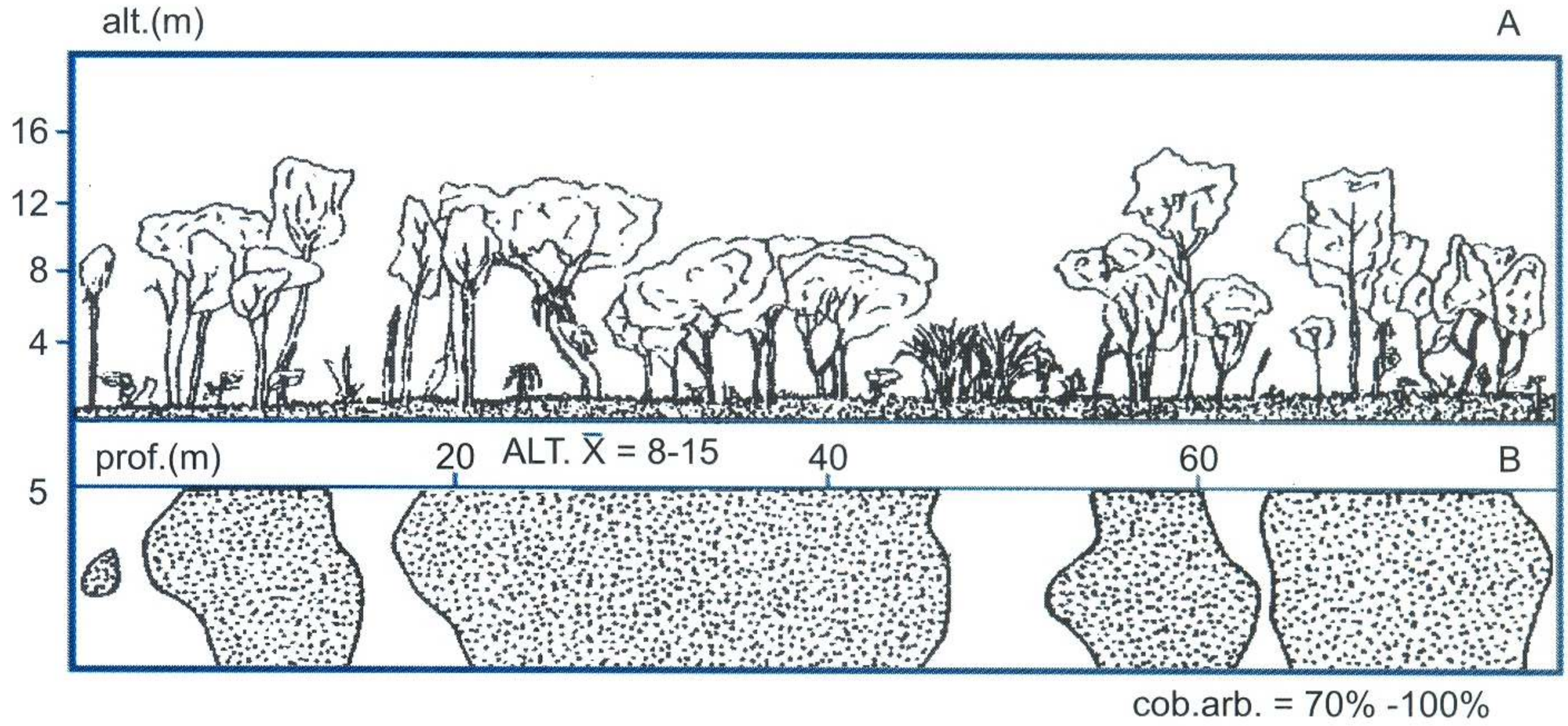


Figura 52. Cerradão. A - perfil. B - cobertura arbórea (Ribeiro et al., 1983).

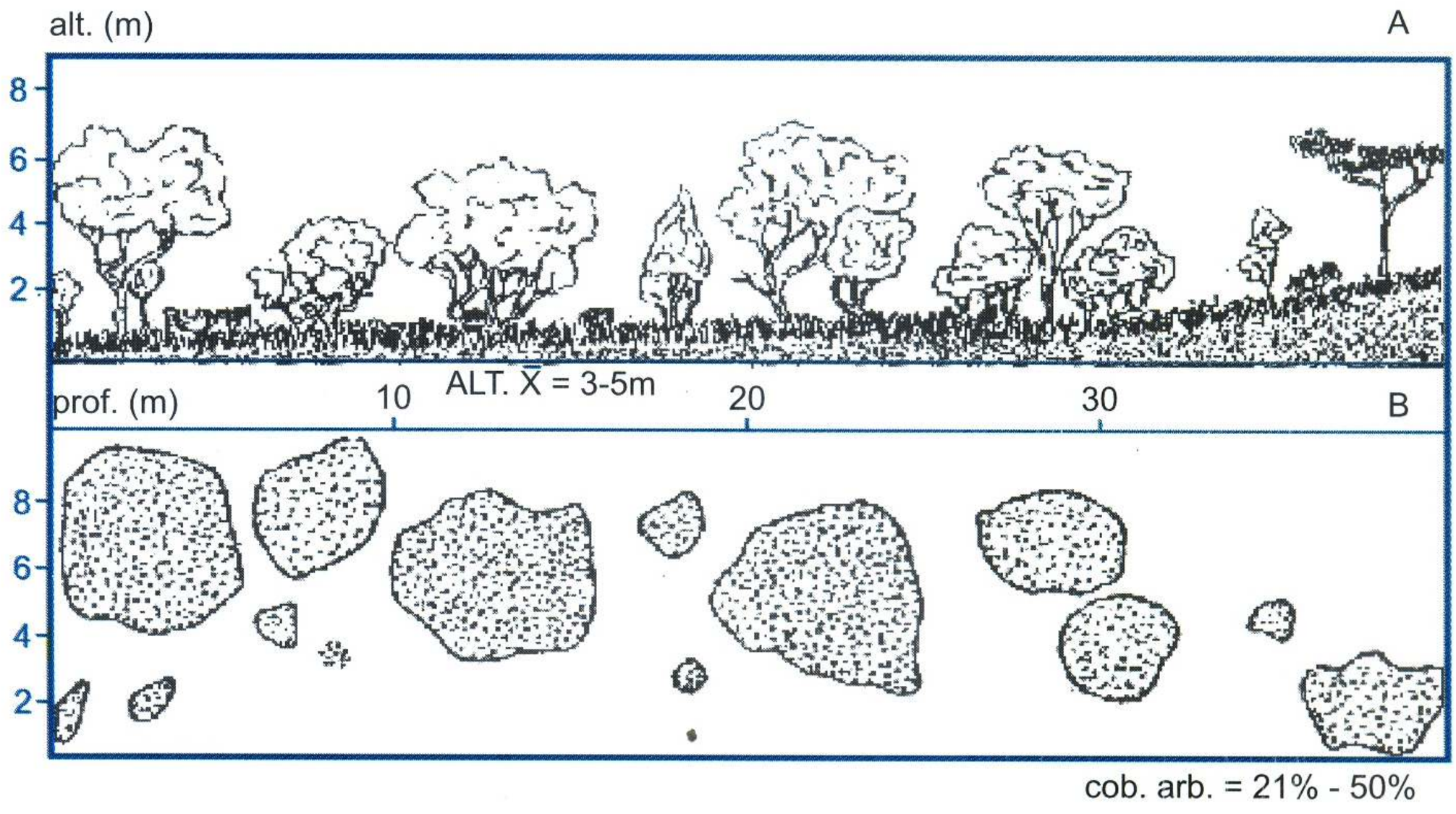


Figura 53. Cerrado Denso. A - perfil. B - cobertura arbórea (Ribeiro et al., 1983).

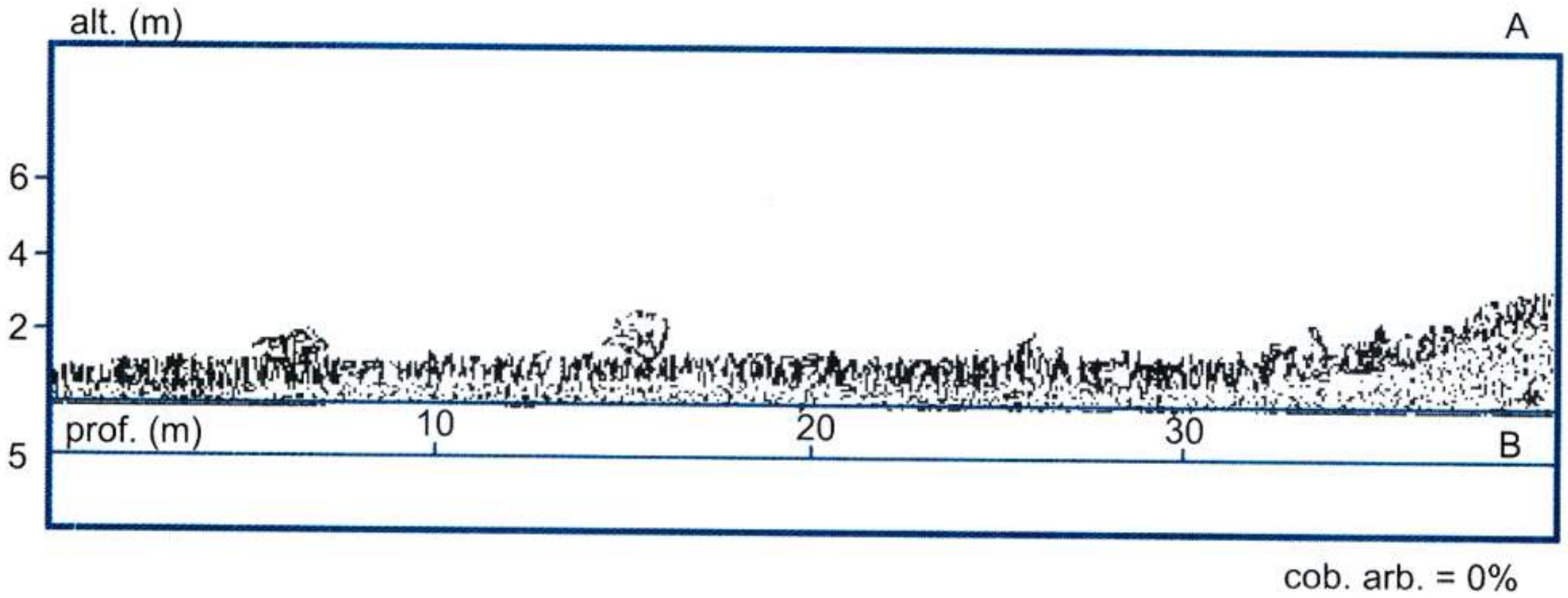


Figura 54. Campo Sujo. A - perfil. B - cobertura arbórea (Ribeiro et al., 1983).

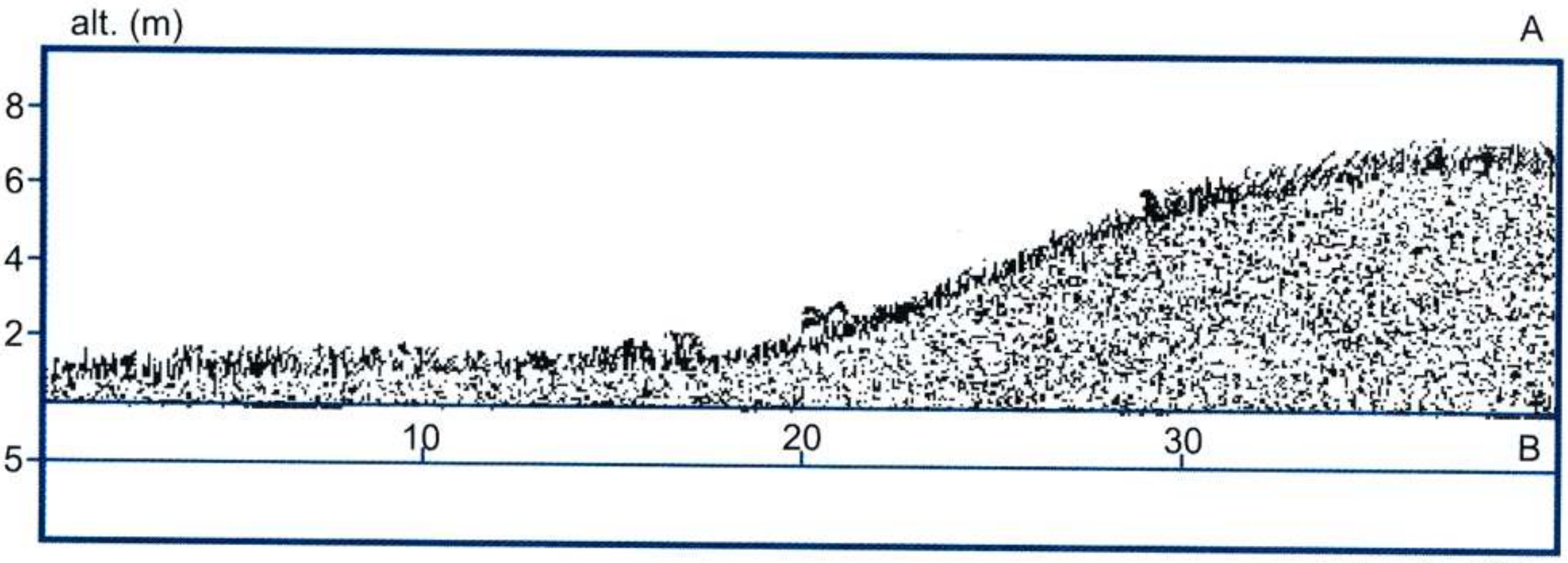


Figura 55. Campo Limpo. A - perfil em área bem drenada (na encosta) e mal-drenada (no sapé). B - cobertura arbórea (Ribeiro et al., 1983).

Foto: Condé, dez/97

Figura 56. Mata de Galeria inundada, associada à vereda de buritis nas margens do rio Tem Medo. Esta mata faz parte da reserva em condomínio do Projeto de Colonização Gerais de Balsas, divisa com o lote de irrigação de n.º 9.

Foto: Yoshii, nov/95

Figura 57. Na área úmida entre o Cerrado (à esquerda) e a Mata de Galeria (à direita) há capim e *Drosera sp.* Se a irrigação baixar o lençol freático, a área úmida secará e desaparecerá a *Drosera* sp. no PC Gerais de Balsas – MA.

8.2 Método adotado para o estudo da vegetação nativa das áreas de reserva contíguas à área de desenvolvimento agrícola

O objetivo do monitoramento fitossociológico foi avaliar o impacto que a vegetação das áreas de reserva contíguas ao campo de cultivo sofre com o desenvolvimento da agricultura. Para tanto, a atividade não ficou restrita ao registro minucioso da composição florística e a estrutura fitossociológica da vegetação das áreas de reserva, antes do início da atividade agrícola. Foi necessário analizar, também, as variações fitossociológicas temporais que ocorreram ao longo do desenvolvimento. Porém, ainda não foi estabelecida uma metodologia que permita analisar as variações fitossociológicas, nas áreas de reserva; está em curso, em todo o mundo, o estudo da metodologia para essa avaliação. Devido à possibilidade de o desenvolvimento agrícola no cerrado proporcionar diferentes impactos sobre a vegetação nativa, de acordo com a composição florística, o monitoramento foi efetuado pela divisão num determinado número de grupos.

Em primeiro lugar, classificou-se a vegetação do local a ser monitorado de acordo com a espécie dominante sob aspecto fitossociológico, seu *modus vivendi*, a diferença na predominância, ou a existência ou não de espécies características, e estabelecendo o sítio para o monitoramento, excluindo o espaço contíguo da vegetação atípica. A seguir, traçou-se uma linha de 100 m a 150 m, em posição perpendicular à linha que delimita a área do Cerrado e o campo de lavoura, estabelecendo o transecto (*belt transect*). Para garantir a confiabilidade do monitoramento, é desejável que sejam estabelecidos, no mínimo, dois pontos de transecto para cada tipo de vegetação. Uma vez que o monitoramento foi realizado, com base na observação da alteração anual da vegetação e para garantir que o local da pesquisa fosse o mesmo todos os anos, o sítio foi demarcado com estacas. Como a vegetação do Cerrado sofre com freqüência o impacto do fogo natural, foi indispensável a instalação da faixa de proteção (aceiro), um pouco afastada do local estabelecido.

A vegetação pesquisada dentro da área estabelecida foi dividida em vegetação arbórea, com altura maior que 1,5 m a 2 m, e vegetação herbácea. O critério de distinção foi pela suposição de que as duas se distinguem não só em altura, mas também na forma como recebem o impacto do desenvolvimento.

8.2.1 Vegetação lenhosa

A partir da linha divisória do campo de cultivo, foram estabelecidas parcelas quadradas de 10 x 10 m, posicionadas a 20 m, 50 m, 100 m e 150 metros.

Para cada espécie, foram anotadas a cobertura (*coverage*) e o diâmetro das árvores na altura do peito (DBH), e elaborado um croqui da sua distribuição.

A freqüência do levantamento foi uma vez por ano, entre outubro e novembro, na época de chuva.

8.2.2 Vegetação herbácea

Para a vegetação herbácea, foram estabelecidas parcelas quadradas de 1 m x 1 m, ao longo da parcela demarcada para monitoramento de vegetação lenhosa.

A primeira parcela foi posicionada a partir da linha divisória da área de cultivo, o parcelamento foi duplo e sucessivo até atingir o ponto de 100 m, estabelecendo as parcelas de forma concentrada na área de transição, por exemplo, 0 m, 2 m, 4 m, 8 m e assim por diante.

Foi feita a observação da vegetação herbácea distribuída dentro do quadrante e anotada a freqüência de aparecimento, cobertura (*coverage*) e altura máxima natural. Nessa ocasião, observou-se também a existência ou não da vegetação arbórea, que compõe a camada superior de cobertura vegetal. Isto porque no Cerrado, muitas vezes, não ocorre um

desenvolvimento uniforme da vegetação arbórea e a presença ou não dessa camada exerce grande influência sobre o crescimento da camada inferior à vegetação herbácea. Como o desenvolvimento da vegetação arbórea reduz a incidência de luz para as camadas inferiores, alterando o meio ambiente luminoso, é desejável que seja observada, também, a intensidade luminosa relativa dentro da comunidade.

A freqüência e a época do monitoramento foram as mesmas das árvores.

8.2.3 Campo hidromórfico

Quando há um rio na área circunvizinha ao campo de produção agrícola, muitas vezes existem instalações de irrigação. Acredita-se que mesmo que as áreas das Matas Ciliares e as várzeas não sejam diretamente desenvolvidas, a vegetação hidrófita poderá sofrer considerável impacto, em função do rebaixamento e da elevação temporária do lençol freático.

O procedimento para a pesquisa obedeceu o método de monitoramento da vegetação herbácea. Uma vez que a vegetação hidrófita reage sensivelmente à compactação do solo, é necessário evitar que a área ao redor do canteiro fixo não seja compactada pelo pisoteamento. Para tanto, é necessário tomar medidas como construir passarelas utilizando troncos ou instalar torres em duas localidades, puxar uma corda entre as torres e movimentar a câmara de monitoramento.

Mesmo que a área de vegetação hidrófita seja pequena, a sua estrutura fitossociológica difere sensivelmente das demais, e existe a possibilidade da presença de espécies raras. A preservação dessas espécies raras é muito importante.

As espécies sensíveis ao ressecamento do solo, pela ação do rebaixamento do lençol freático, poderão ser utilizadas como uma espécie de sensor do indicador ecológico. O monitoramento ambiental feito pela vegetação indicadora permite o acompanhamento da alteração ecológica de forma geral e a longo prazo, ao passo que a análise do solo ou da

qualidade da água possibilita o conhecimento do índice de um determinado momento. Neste sentido, será um método de grande eficácia, quando combinado com análise físico-química.

Para complementar os dados do monitoramento do ecossistema vegetal, a análise do anel de crescimento das árvores e a confecção da relação de plantas aquáticas serão de grande utilidade. Assim, não sendo observado o fenômeno do crescimento de uma determinada espécie vegetal da área da reserva a ser sensivelmente reprimido ou suprimido ou, pelo contrário, tenha um crescimento considerável, será difícil conhecer o impacto causado pelo desenvolvimento agrícola sobre a vegetação periférica somente pelo monitoramento acima mencionado. Porém, com a introdução do método de análise dos anéis de crescimento das árvores e efetuada a comparação com a espécie análoga que cresce na localidade que não receba a influência das atividades agrícolas, será possível efetuar a leitura do impacto do desenvolvimento, como a alteração anual do crescimento.

A equipe de monitoramento pôde observar in loco a freqüente queimada que acontece no Cerrado. Para evitar ao máximo a sua influência, foi instalada uma faixa de proteção a fogo ao redor do local de monitoramento (aceiro).

Existem muitas espécies de plantas aquáticas que reagem sensivelmente à poluição da água. Se for elaborada a listagem anual das espécies de plantas aquáticas, poderá ser utilizada, posteriormente, como informação básica a ser aproveitada como espécies indicadoras.

8.3 Pesquisas efetuadas

A pesquisa foi realizada nos municípios de Formosa do Rio Preto - BA e Balsas - MA, em uma área do Projeto de Colonização Ouro Verde (situado a 11°27' S e 46°00' O), com altitude média de 720 m, tendo iniciado em 1988, e no PC Gerais de Balsas (08°30' S e 46°43' O, com altitude média de 470 m), com atividade agrícola iniciada na segunda

quinzena de junho de 1995, respectivamente. Em ambos os projetos foram selecionadas duas áreas no Cerrado: no PC Ouro Verde, na área contígua ao campo de cultivo da soja, e no PC Gerais de Balsas, ao lado da nova área da lavoura que ainda não tinha sido cultivada, totalizando quatro áreas de levantamento. O procedimento de levantamento foi o "método de parcelas". Em ambos os projetos foram estabelecidos transectos subdivididos em parcelas de 1 m x 1 m. Cada transecto foi alocado perpendicularmente à área cultivada, até o ponto de 20 m. Em cada parcela, foram anotadas: a porcentagem da prevalência (*coverage*), a altura natural máxima e a incidência luminosa sobre a superfície do solo e sobre estrutura fitossociológica.

8.3.1 Composição da Flora

Parte do resultado da pesquisa sobre a vegetação consta nas Figuras 58 e 59. Na borda frontal da vegetação nativa (Cerrado) do PC Ouro Verde, com sete anos de atividade agrícola, foi observada a presença de duas zonas com vegetação distinta do Cerrado tradicional. Uma delas consiste numa estrutura fitossociológica de ervas daninhas, com predominância de *Brachiaria plantaginea*, da família das gramíneas, com ampla distribuição, exceto nas estradas para passagem de implementos agrícolas de grande porte (área não cultivada), que margeiam o campo de lavoura. Ao longo da estrada que recebe menos impacto do trânsito de caminhões para transporte de safras, foram observadas a presença de ervas daninhas, como o *Phynchelytrun repens*, da família das gramíneas, bem como outros da família de *Compositae* e *Trachypogon* sp (Figura 58).

Partindo da área contígua ao campo agrícola e adentrando cerca de 10 m na área de reserva, foi observada a influência antrópica relacionada com a atividade agrícola. Mesmo com a presença remanescente da vegetação nativa (Cerrado), a camada da vegetação herbácea difere claramente daquela que é característica do Cerrado. Ou seja, apesar da borda frontal dessa vegetação ser composta por espécies próprias, foi verificada a presença predominante de *Echinolaena inflexa*, gramínea típica

do Cerrado, e que formava moitas (normalmente esta gramínea não existe em grande quantidade) (Figura 58). Essa é a segunda zona.

No sítio 2, a mata foi devastada da linha limítrofe até a localidade de 7 m e nessa área se distribuía a estrutura fitossociológica de ervas daninhas. Porém, em todos os pontos de observação, incluindo os dois sítios, não foi verificada a invasão das ervas daninhas acima referida dentro dessa vegetação. Por outro lado, na borda frontal do Cerrado que vem recebendo a interferência antrópica, e em outras localidades, foi observada a presença dominante de *Echinolaena inflexa*.

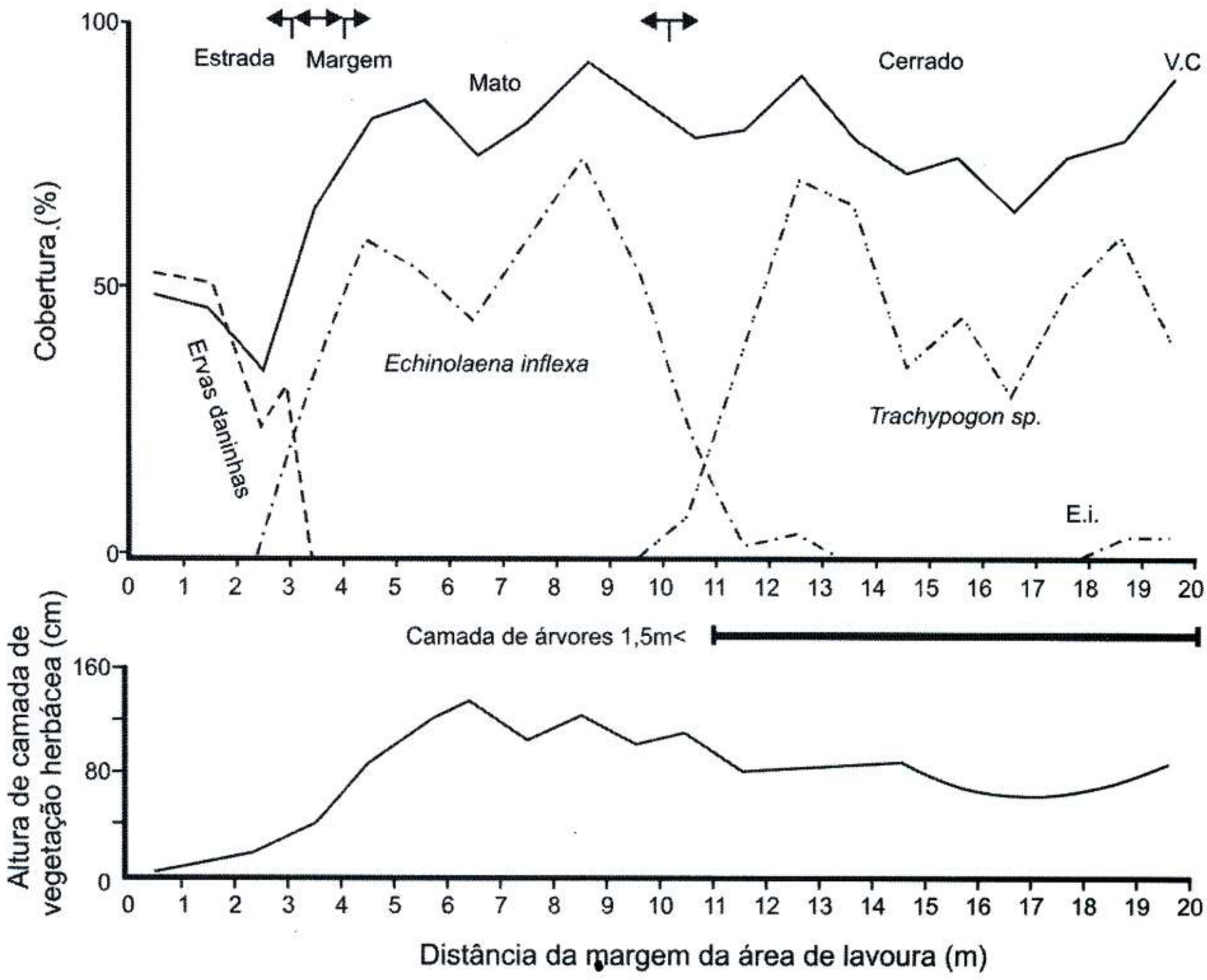


Figura 58. Cobertura (porcentagem) de espécies dominantes de ervas daninhas e altura da camada de vegetação herbácea em relação à distância da área de lavoura (0-3 m = estrada, 3-10 m = margem do Cerrado, 10-20 m = Cerrado) no PC Ouro Verde – BA.

A altura média da camada de vegetação herbácea foi menos de 40 cm nas estruturas fitossociológicas de ervas daninhas, e naquelas presentes na vegetação nativa, em torno de 80 cm (Figura 58). No cerrado típico, a presença predominante de *Trachypogon* sp., das gramíneas era relativamente alta.

No PC Gerais de Balsas; cujo desenvolvimento agrícola foi iniciado a partir da segunda quinzena de junho de 1995, não foi observada zona vegetal singular como no PC Ouro Verde (Figura 59). Não foi verificado o crescimento de ervas daninhas ao longo da estrada que margeia a área de cultivo – apenas o rebrotamento da parte da vegetação do Cerrado que havia sido devastada. Também não foi verificada a predominância de *Echinolaena inflexa* na orla frontal da vegetação e não foram observadas grandes alterações sobre a composição das espécies da orla frontal até a parte interna (Figura 59).

No PC Gerais de Balsas, a altura média da estrutura fitossociológica da vegetação herbácea gira em torno de 80 cm, como no PC Ouro Verde, com predominância de *Trachypogon* sp., *Axonopus marginatus* e *Cyperus microiria* sp., entre outros. É desconhecida, até o momento, a existência, na vegetação do PC Gerais de Balsas, de alguma espécie com a mesma função de *Echinolaena inflexa*, cuja presença ainda não foi ali observada. Podemos supor que futuramente poderá ocorrer o aumento de espécies com mesmas funções. Em pesquisa efetuada no Jardim Botânico de Brasília, verificou-se a tendência do aumento de *Echinolaena inflexa* na orla frontal do Cerrado, localizado ao longo da estrada. Por outro lado, foi observada no local do empreendimento agrícola no PC Mundo Novo, em ambiente igualmente perturbado, uma zona de crescimento de *Melinis minutiflora*, erva daninha de origem africana, da família das gramíneas, porém distinta de *Echinolaena inflexa*. A propagação da *Echinolaena inflexa*, de família gramínea perene, se dá através de bulbos subterrâneos. Como seu ponto de crescimento se encontra em cada nódulo, ela possui uma resistência maior do que as demais espécies da família gramínea, com relação à perturbação ambiental de origem antrópica, como capinagem e compactação pelo pisoteamento. Isto poderá indicar a tendência do seu

crescimento em ambiente perturbado. Se futuramente for conhecida a forma de adaptação de *Echinolaena inflexa* à ação perturbadora do homem, será possível estabelecer esta planta como indicadora do grau de perturbação da ação antrópica.

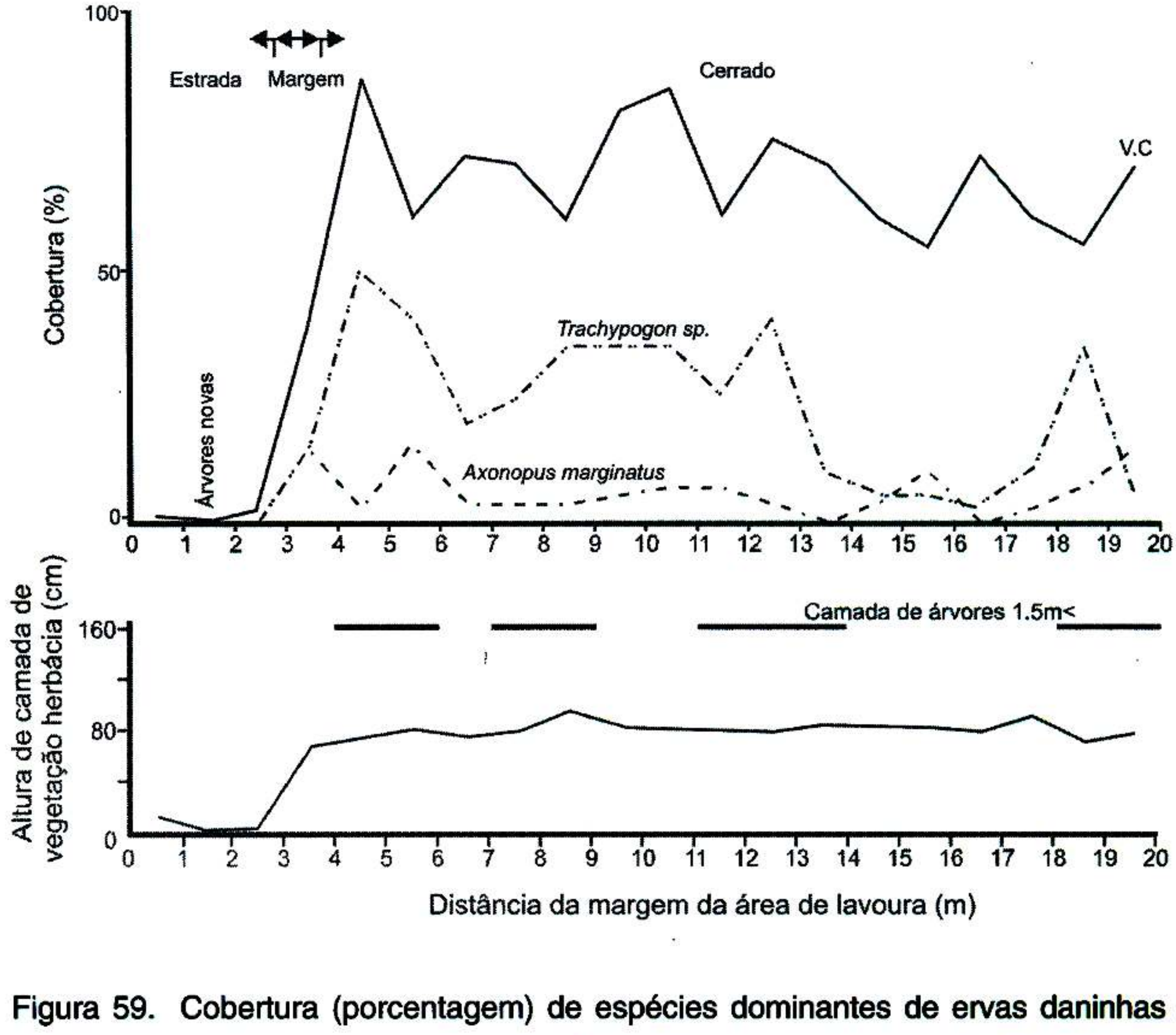


Figura 59. Cobertura (porcentagem) de espécies dominantes de ervas daninhas e altura da camada de vegetação herbácea em relação à distância da área de lavoura (0-3 m=estrada, 3-10 m = margem do Cerrado, 10-20 m Cerrado) no PC Gerais de Balsas – MA.

8.3.2 Radiação luminosa dentro da estrutura fitossociológica

Com o desenvolvimento da camada superior (vegetação arbórea) e a conseqüente redução da incidência luminosa sobre a camada inferior, todas as ervas da família das gramíneas foram reduzidas. Na condição contrária, ou seja, nas localidades com copas abertas, foi observado um bom crescimento da vegetação herbácea. A Figura 60 ilustra a relação entre o grau de incidência da luz sobre o solo e a cobertura vegetal, observada ao longo dos transectos. Nos corredores e nas estradas, devido à perturbação ambiental, como por exemplo, o pisoteamento, o crescimento da estrutura fitossociológica não era completo, apesar da boa condição do ambiente luminoso. Nas bordas externas da área de reserva (Cerrado) foi observada a presença compacta de *Echinolaena inflexa*, e o ambiente luminoso era mais desfavorecido do que a superfície do solo de um Cerrado tradicional. Por outro lado, comparando com a do PC Ouro Verde, na vegetação do cerrado no PC Gerais de Balsas, a camada da vegetação arbórea e a da vegetação herbácea não apresentavam bom crescimento mesmo sendo satisfatório o ambiente luminoso.

Podemos pressupor a existência de outro fator, além da luminosidade, que limita o crescimento da camada vegetal herbácea na localidade pesquisada no PC Gerais de Balsas.

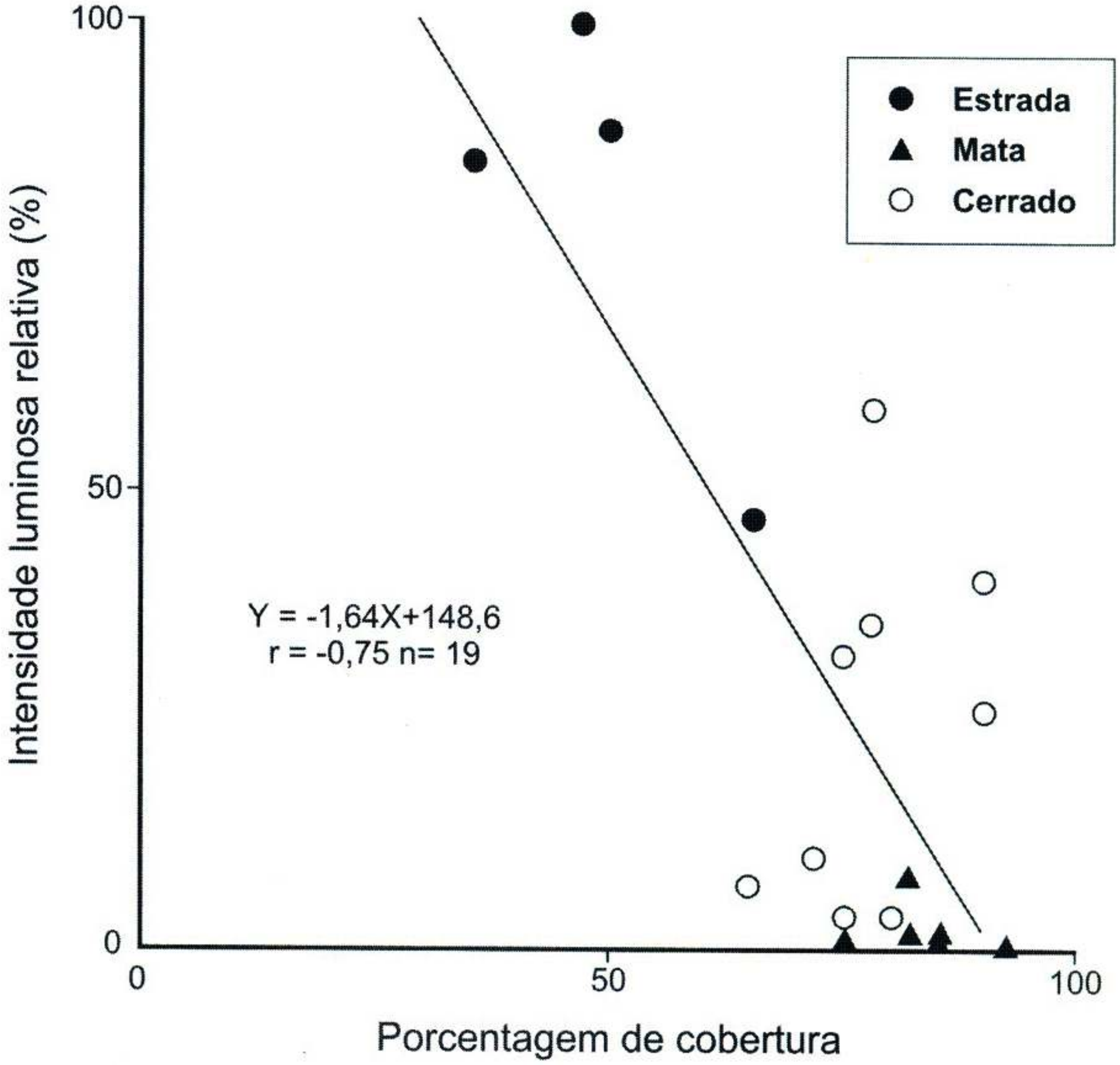


Figura 60. Relação entre intensidade luminosa relativa na superfície do solo e cobertura de vegetação herbácea, sendo efetuadas as medidas a diferentes distâncias das áreas de lavoura (0=3 m= estrada, 3-10 m = margem do Cerrado, 10-20 m = Cerrado) no PC Ouro Verde – BA.

8.4 Bibliografia consultada

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, New York, v. 38, p.201-341, 1972.

HAYASHI, I. Geografia botânica. In: CURSO DE GEOGRAFIA NATURAL, 5. Daimyodo, Tóquio: [s.n.], 1990. p. 146 -148. Texto em japonês.

NUMATA, M. **Manual para pesquisa no campo**. Tóquio, Daigaku, Shuppankai: [s.n.], 1978. p.14-28. Texto em japonês.

MEIRELLES, M.L.; OLIVEIRA, R.C. DE.; RIBEIRO, J.F.; VIVALDI, L.J.; RODRIGUES, L.A.; SILVA, G.P. Fitosociologia del estrato herbáceo de una sabana arbórea-arbustiva (MA-Brasil). In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO de BOTÂNICA, 7.; CONGRESSO MEXICANO DE BOTÂNICA, 14., 1998, ciudad de Mexico. **Diversidad y conservación de los recursos vegetales en Latinoamerica:** Libro de resúmenes. Mexico: Asociación Latinoamericana de Botánica/RLB/Sociedad Botânica de Mexico, 1998. p 107.

MEIRELLES, M.L.; OLIVEIRA, R.C. de; RIBEIRO, J.F.; VIVALDI L.J.; RODRIGUES, L.A.; SILVA G.P. Grupo de espécies asociadas en un gradiente de campo húmedo (Maranhão-Brasil). In: CONGRESO LATINOAMERICANO de ECOLOGIA. 4.; CONGRESO PERUANO DE ECOLOGIA, 2., 1998, Arequipa, Peru. **Libro de resúmenes**. Arequipa, Peru: RLB, Universidad Nacional de San Agustin/ Asociación Peruana de Ecologia, 1998. Paginação irregular, 2-5.

OLIVEIRA, R.C. de, RIBEIRO J.F.; SILVA G.P. da. Levantamento florístico preliminar em fitofisionomias de cerrado em Gerais de Balsas, Maranhão. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO de BOTÂNICA, 7.; CONGRESSO MEXICANO de BOTÂNICA, 14., 1998, Ciudad de Mexico. **Diversidad y conservación de los recursos vegetales en Latinoamerica:** Libro de resúmenes. Mexico: Asociación Latinoamericana de Botánica/RLB/Sociedad Botánica de México, 1998. p. 236.

RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; MACEDO, J.; SILVA, J. A. da. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos cerrados.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1983. 28p. (Embrapa-CPAC. Boletim de Pesquisa, 21).

WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. Fitossociologia de uma reserva ecológica de cerrado adjacente a plantios agrícolas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: anais/Biodiversity and sistainable production of food and fibers in the tropical savannas: proceedings. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. p.242-248.

Capítulo 9

Monitoramento Ambiental: Principais resultados

Kazuhiro Yoshii
Amabílio J. A. de Camargo
Maria Lúcia Meirelles
José Felipe Ribeiro
Regina C. de Oliveira
Bruno M. T. Walter

9.1 Uso e ocupação do solo

O monitoramento do uso e da ocupação do solo é de suma importância para o planejamento do controle permanente da qualidade ambiental a partir do momento em que se inicia a implantação do projeto de colonização agrícola.

A CAMPO demonstra preocupação com ações de preservação do meio ambiente em todas as etapas do Prodecer.

Assim, os projetos sempre tiveram definidas no seu planejamento as áreas a serem ocupadas com lavoura anual, cultura perene, pastagens e áreas de reserva. Dessa forma, procurou-se obedecer à legislação ambiental em vigor que estabelece uma área obrigatória de reserva e a preservação de áreas representativas dos diferentes ecossistemas.

As formas dessas reservas foram diferenciadas, tendo sido implantadas, individualmente, em cada lote e em condomínio.

O uso do solo nas áreas dos projetos-piloto do Prodecer I e II foi atualizado em 1993, após 13 e 7 anos de implantação, respectivamente, nos seguintes projetos de colonização: Coromandel - MG, Iraí de Minas - MG, Mundo Novo - MG, Ana Terra - MT, Piúva - MT e Ouro Verde - BA. Para avaliar a evolução dos projetos, o ano atual (1993) foi comparado com o início da sua implantação, quando a CAMPO manteve 20% da área total como reserva legal nos projetos do Prodecer I e II, localizados nos estados de Minas Gerais e Bahia, e 50% nos projetos do Prodecer II, localizados no Estado do Mato Grosso.

Com isso objetivou-se uma avaliação do comportamento da ocupação da área, comparando-se os tipos de reserva implantados (individual e em condomínio) com a situação existente em 1993, para determinar a melhor maneira de manter as áreas de preservação ambiental.

As áreas de reserva sofreram uma redução de 31%, em média, sendo 34% para a individual, contra apenas 2% na reserva em condomínio.

A transformação das áreas de reserva, principalmente na lavoura anual, depende de sua aptidão agrícola e da consciência dos produtores. Embora os técnicos da CAMPO tivessem conscientizado os colonos a conservar as áreas de reserva, infelizmente não era da sua competência fiscalizar a conservação delas após a implantação dos projetos e seu afastamento das funções de coordenação técnica que foram assumidas pela Cooperativa.

Como conclusão deste estudo, vale destacar que somente 2% das áreas de reserva em condomínio foram alteradas. Então, a CAMPO adotou o modelo de reserva em condomínio, implantando-o, em grande parte, no Prodecer III.

O levantamento do uso e da ocupação do solo nas áreas do Prodecer III confirmou que a vegetação nativa ocupa uma área de 20.000 ha, que corresponde a 50% do projeto, atendendo à cifra destinada à reserva legal exigida por lei para a Amazônia Legal.

9.2 Erosão de solo

Um programa de conservação do solo exige informações reais sobre a quantidade de erosão nas condições do solo e do clima. Assim, por exemplo, enquanto algumas terras precisam ser protegidas com curvas de nível, outras requerem somente práticas mais simples. As curvas de nível podem não ser necessárias ou até ser antieconômico, porém a decisão deve ser baseada nos dados obtidos pela pesquisa, pois é importante dimensionar a erosão que está ocorrendo e o quanto poderá ser reduzida pela construção de terraços. Muitas das informações obtidas pelas pesquisas realizadas em um local podem ser aplicadas em outros, desde que em condições comparáveis.

Os trabalhos de levantamento de erosão de solo foram iniciados em 1993 e finalizados em 1996, nos seguintes projetos- piloto: Iraí de Minas – MG e Mundo Novo – MG do Prodecer I, e Ouro Verde – BA, Ana Terra – MT e Piúva – MT, do Prodecer II.

A partir de 1995, as medições da erosão de solo passaram a ser realizadas nas áreas dos projetos-piloto do Prodecer III, tanto no PC Gerais de Balsas – MA, quanto no PC Pedro Afonso – TO, tendo sido concluídas em 1999.

Por esse sistema, de 1993 a 1996, o levantamento era realizado em uma área de seis hectares. Conforme os resultados obtidos durante esse período, a partir de 1997, adotou-se outro sistema com parcelas menores, com uma área de 2.500 m² (¼ de hectare), utilizando dois métodos (aleatório e grade) com a finalidade de verificar as técnicas de medição.

A principal característica deste trabalho foi a utilização de equipamento tipo estação total (geogímetro) que realiza as leituras através de raios infravermelhos, refletidos em prismas de cristais, o que possibilita avaliar a erosão do solo numa área considerável, sob condições naturais de práticas agrícolas.

Os dados obtidos nos lotes 5 e 17 do PC Pedro Afonso – TO indicam que o método de grade e o aleatório deram resultados semelhantes, sendo –1,23 e –6,34 mm no método de grade e –1,49 e –6,80 mm no método

aleatório, na forma da erosão laminar, respectivamente. Esses dados permitiram avaliar a erosão do solo em ¼ ha no período de um ano. Porém, de acordo com os trabalhos realizados numa área de seis hectares em anos anteriores, a sua consistência demanda um período maior de tempo com o mesmo número de pontos de medição. No lote 17 a erosão do solo foi maior que no lote 5 em virtude de o lote 17 possuir solo mais arenoso e, portanto, mais susceptível à erosão.

O levantamento da erosão do solo realizado no PC Ana Terra - MT sugere a importância de forma de implantação das curvas de nível para o seu controle.

A área de pesquisa foi delimitada num espaço retangular de 600 m de comprimento, ao longo do declive por 100 m de largura, com a parte mais alta da gleba situada no meio. Tendo o topo, aproximadamente, 7,0 metros de altura como divisor, o declive da área é de 4,32% na direção Sudeste e 1,32% na direção Noroeste. O solo do local é constituído principalmente por Latossolo Vermelho-Amarelo, com textura arenosa à medida que se aproxima da sua superfície.

Na área selecionada para pesquisa, a erosão do solo ocorreu em ambas as direções, na forma de erosão laminar anual de –7,8 mm. Observamos o fenômeno de –10,1 mm, principalmente, no declive de 1,32% na direção Noroeste. Quanto ao declive de 4,32% na direção Sudeste, apesar da sua maior declividade, houve pouca ocorrência de erosão, de -2,2 mm. Podemos considerar que isto se deve à correta implantação dos terraços, como medida de controle da erosão. Na direção Noroeste da gleba, será necessária a instalação de curvas de nível com intervalos de cerca de 30 m para o controle da erosão do solo.

Os trabalhos realizados indicam variações na quantidade de erosão, dependendo das condições do solo e do clima.

9.3 Qualidade da água

A medição da vazão e da qualidade da água foi iniciada em agosto de 1993, com apoio técnico e financeiro da JICA, e encerrada em dezembro de 1996 nas áreas dos Projetos de Colonização de Coromandel (CO), Iraí de Minas (IM) e Mundo Novo (MN) no Estado de Minas Gerais, no Prodecer I, e nas áreas dos Projetos de Colonização Ana Terra (AT) e Piúva (PI) no estado do Mato Grosso, no Prodecer II.

A partir de outubro de 1994, os trabalhos de monitoramento de vazão e qualidade da água passaram a ser realizados nas áreas dos projetos-piloto do Prodecer III, tanto no PC Gerais de Balsas (MA) – MA, quanto no PC Pedro Afonso (PA) – TO, foram concluídos em março do ano 2000.

Para a medição mensal da vazão e da qualidade da água foram definidos cinco pontos ao longo do curso do rio, distribuídos no extremo montante, curso médio e extrema jusante. Nos mesmos pontos foram realizadas medição e coleta de amostras de água.

As medições de vazão foram feitas utilizando-se molinete Price, vertedouros triangular e trapezoidal, em função de vazão decrescente. No laboratório da Embrapa Cerrados foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, teor de sólidos em suspensão, demanda química de oxigênio, teores solúveis de nitrato, sulfato, amônio, cloreto e elementos (cálcio, magnésio, fósforo, alumínio, sílica, sódio e potássio).

O monitoramento da vazão e da qualidade da água foi iniciado há 14 e 7 anos após a implantação do Prodecer I e II, respectivamente, e antes da implantação do Prodecer III, todos nos projetos-piloto. As principais conclusões do trabalho são:

1) Os resultados obtidos não evidenciaram nenhum efeito sobre o meio ambiente pela implantação dos projetos de colonização.
2) Houve uma correlação linear ou exponencial significativa entre as vazões medidas e as precipitações semestrais, contemplando as duas épocas: período da seca (abril a setembro) e das chuvas (outubro a março) (Figuras 61, 62 e 63).

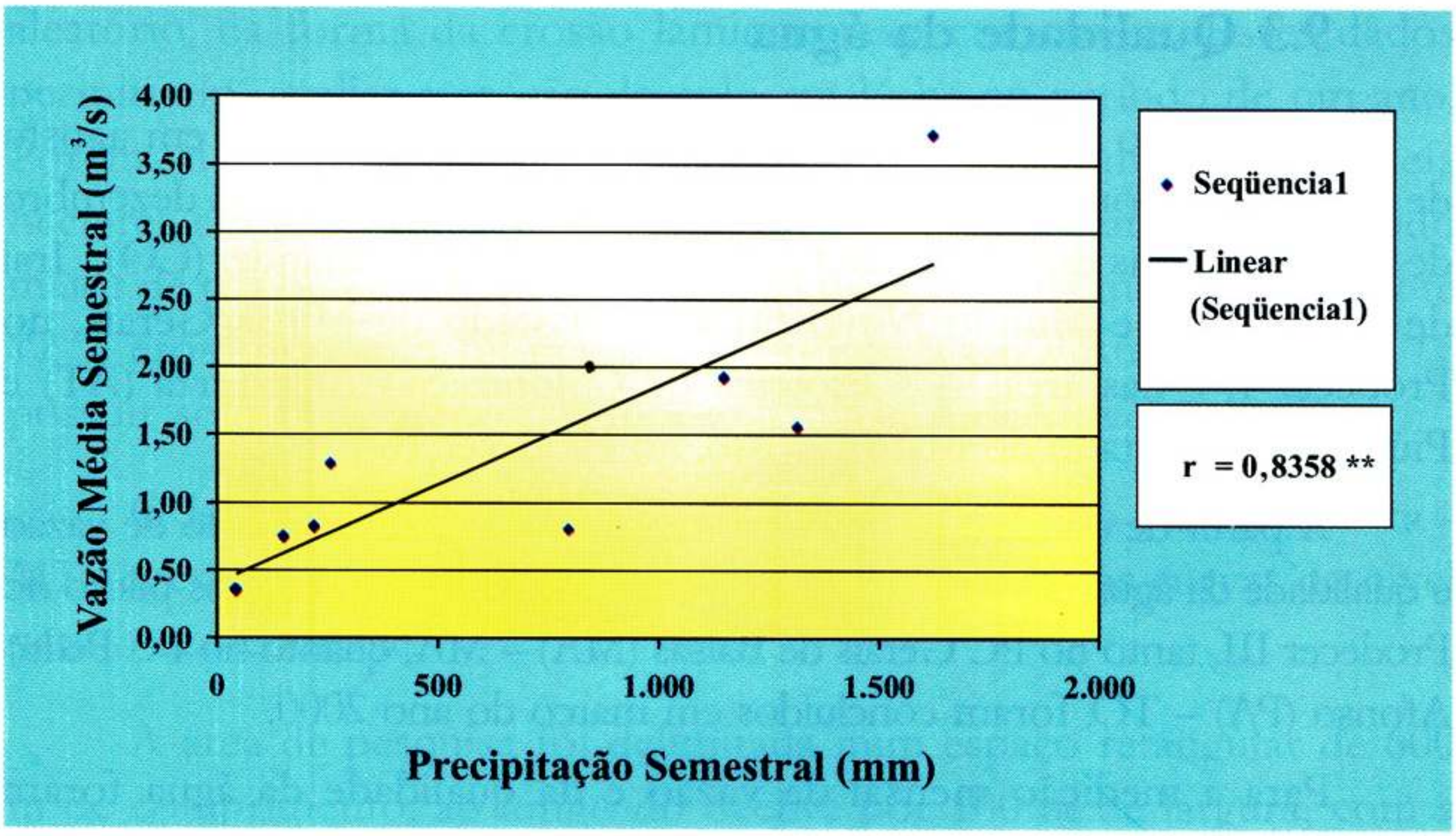


Figura 61. Correlação linear entre vazões do ribeirão das Lajes e precipitações no PC Coromandel – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

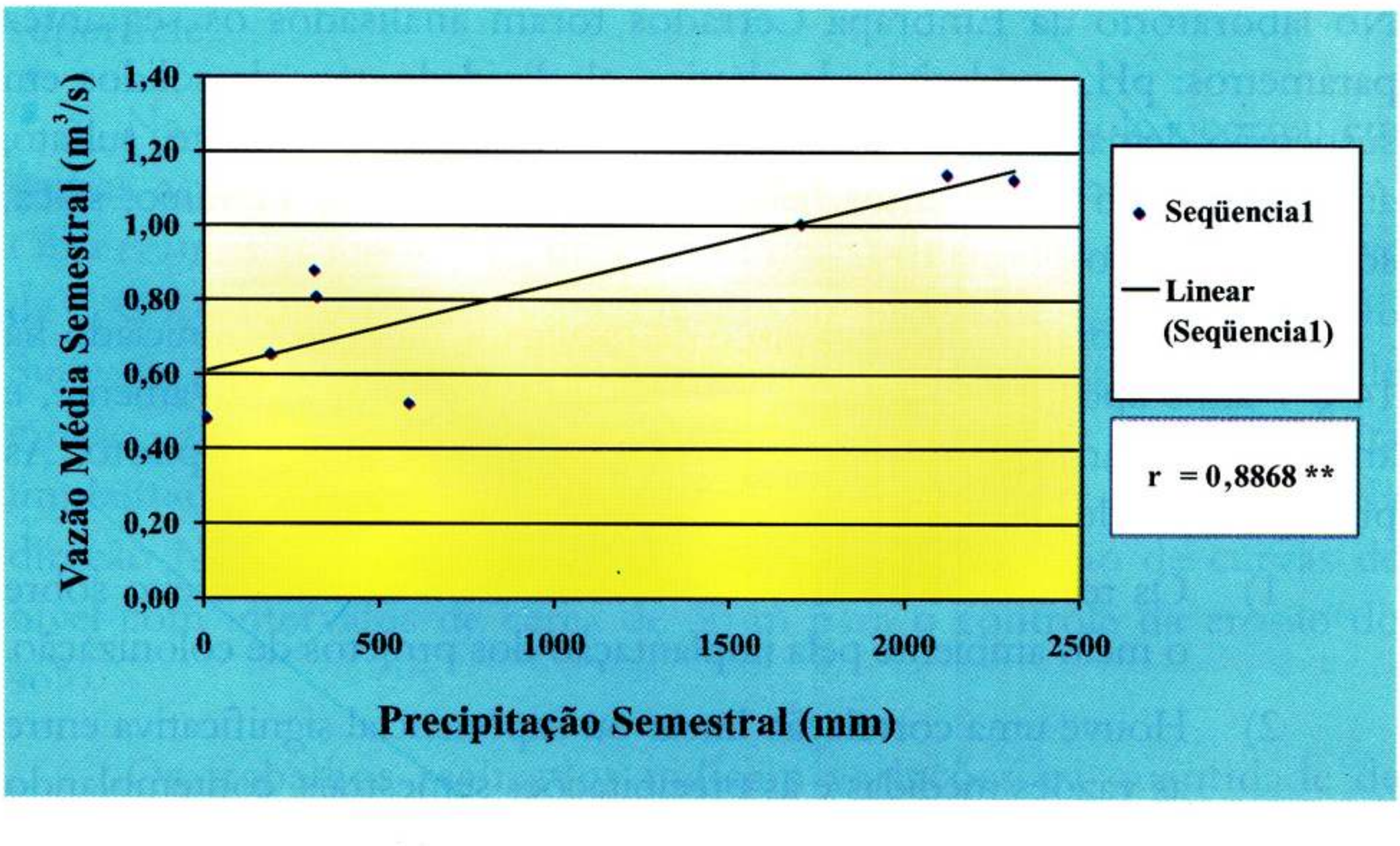


Figura 62. Correlação linear entre vazões do ribeirão Trairão e precipitações no PC Ana Terra – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

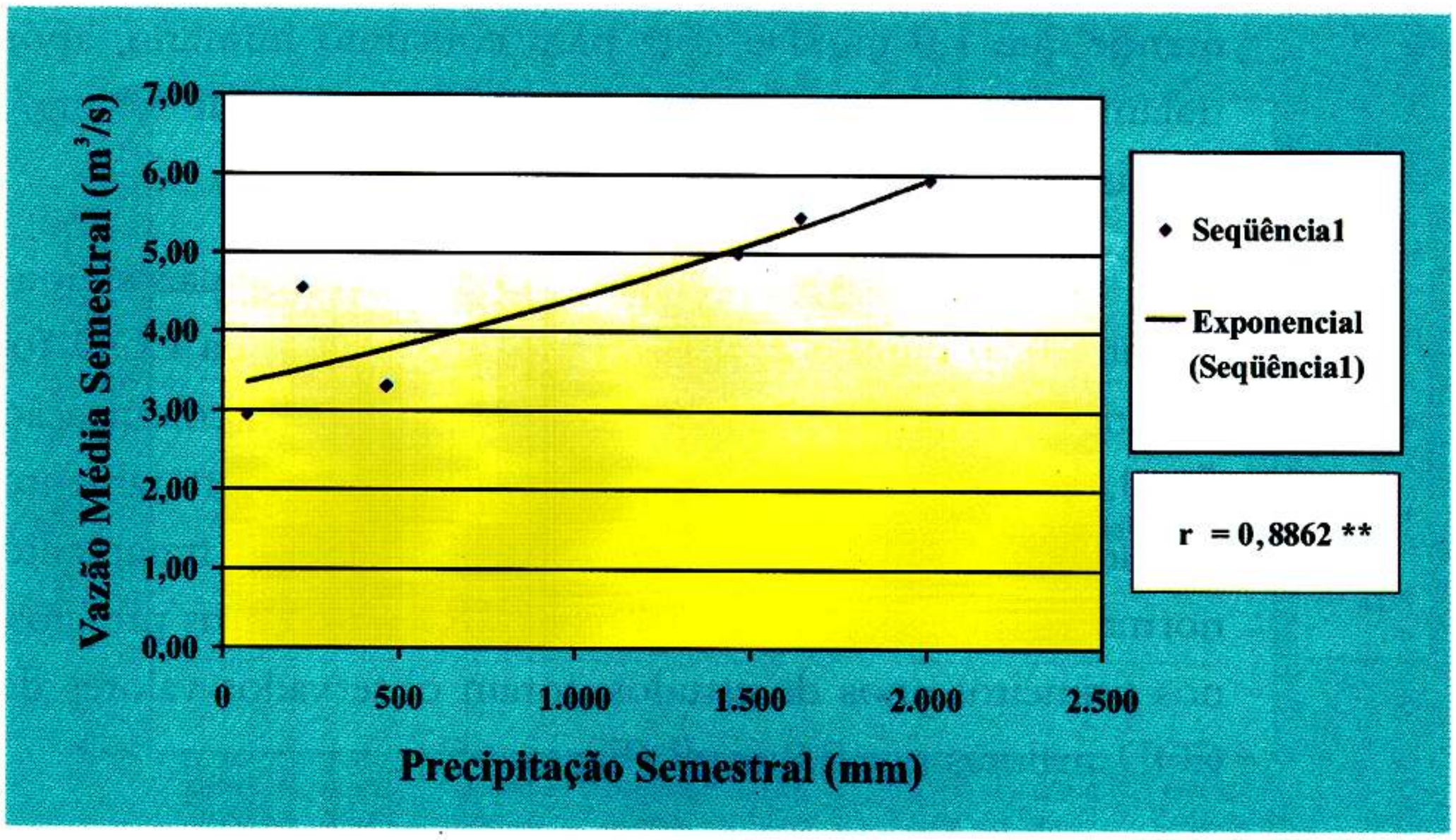


Figura 63. Correlação exponencial entre vazões do ribeirão Marape e precipitações no PC Piúva – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

3) A comparação dos dados de vazões durante o período da seca, anterior à instalação dos equipamentos de irrigação, em relação ao primeiro período subseqüente, quando entraram em funcionamento 16 pivôs, foi de aproximadamente 18%, e no segundo período subseqüente, quando entraram em funcionamento mais 10 pivôs, totalizando uma área de 1.300 ha, a redução de vazão com relação ao período anterior à instalação dos equipamentos de irrigação foi de 37%. Esses valores expressam somente as vazões medidas e não foram consideradas as precipitações ocorridas nesses períodos.

4) Levando em consideração a precipitação efetiva, em todos os meses, a vazão monitorada superou a demanda pela irrigação.

5) Um dos critérios mais importantes para a qualidade da água é a demanda química de oxigênio (COD). A água com a COD

menor que 1,0 mg/l é apta para consumo humano, após tratamento simples e a água com a COD menor que 3,0 mg/l depois do tratamento normal.

A maioria dos valores da COD de médias anuais situou-se entre 0,50 mg/l e 2,20 mg/l e o maior valor da COD foi 2,50 mg/l. Isso indica que a água dos projetos de colonização estudados é apta para o consumo humano após tratamento simples, em alguns pontos de coleta, e depois de tratamento normal nos demais pontos (Figuras 64). Já em alguns projetos, nos primeiros anos de estudos, foram observados valores da COD maiores que 3,0 mg/l (Figura 65).

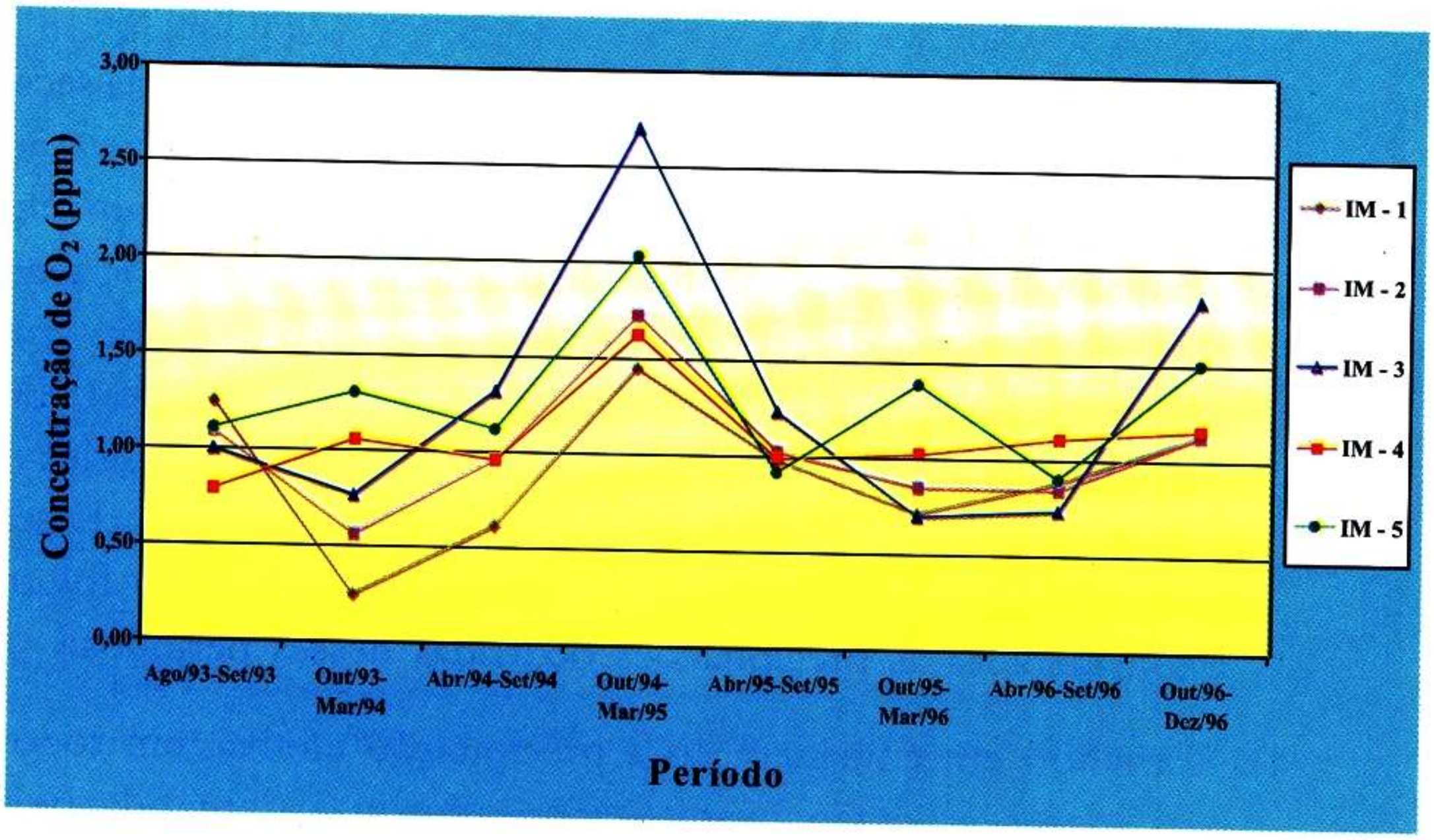


Figura 64. Médias semestrais da COD nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho do PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

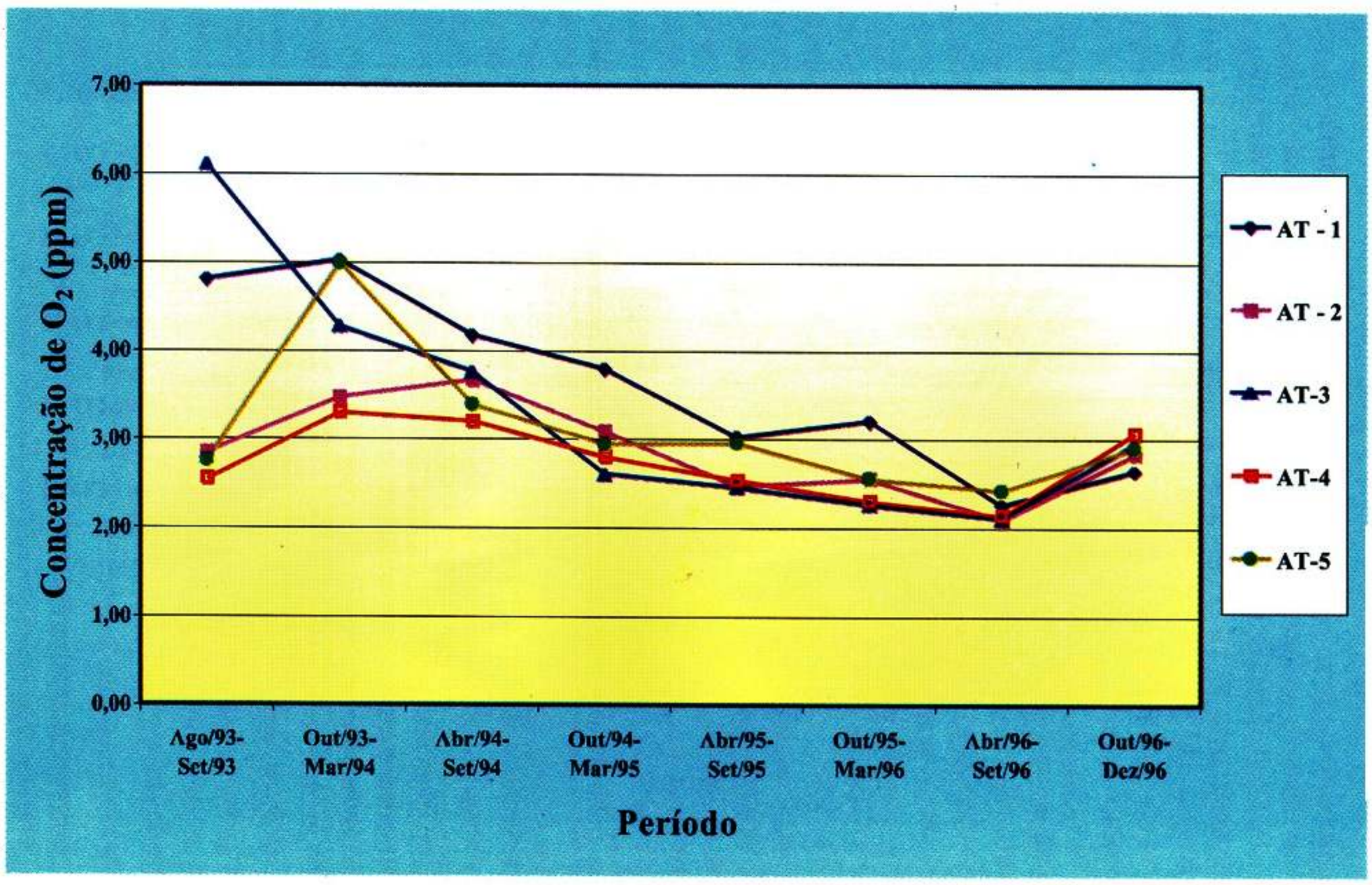


Figura 65. Médias semestrais da COD nos cinco pontos do rio Trairão do PC Ana Terra – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

6) As concentrações médias semestrais registradas de NO_3 e de NH_4 foram baixas e inferiores a 0,35 ppm e 0,15 ppm, respectivamente; contudo, demonstraram uma tendência de redução gradativa durante o período monitorado (Figuras 66 a 69). As quantidades de "N" liberado pelas bacias de contribuição dos projetos, também foram pequenas, entre 1,0 e 10,0 t/ano, baixaram gradativamente com o passar do tempo (Figura 70), e foram correlacionadas com a área das bacias de contribuições dos projetos (Figura 71).

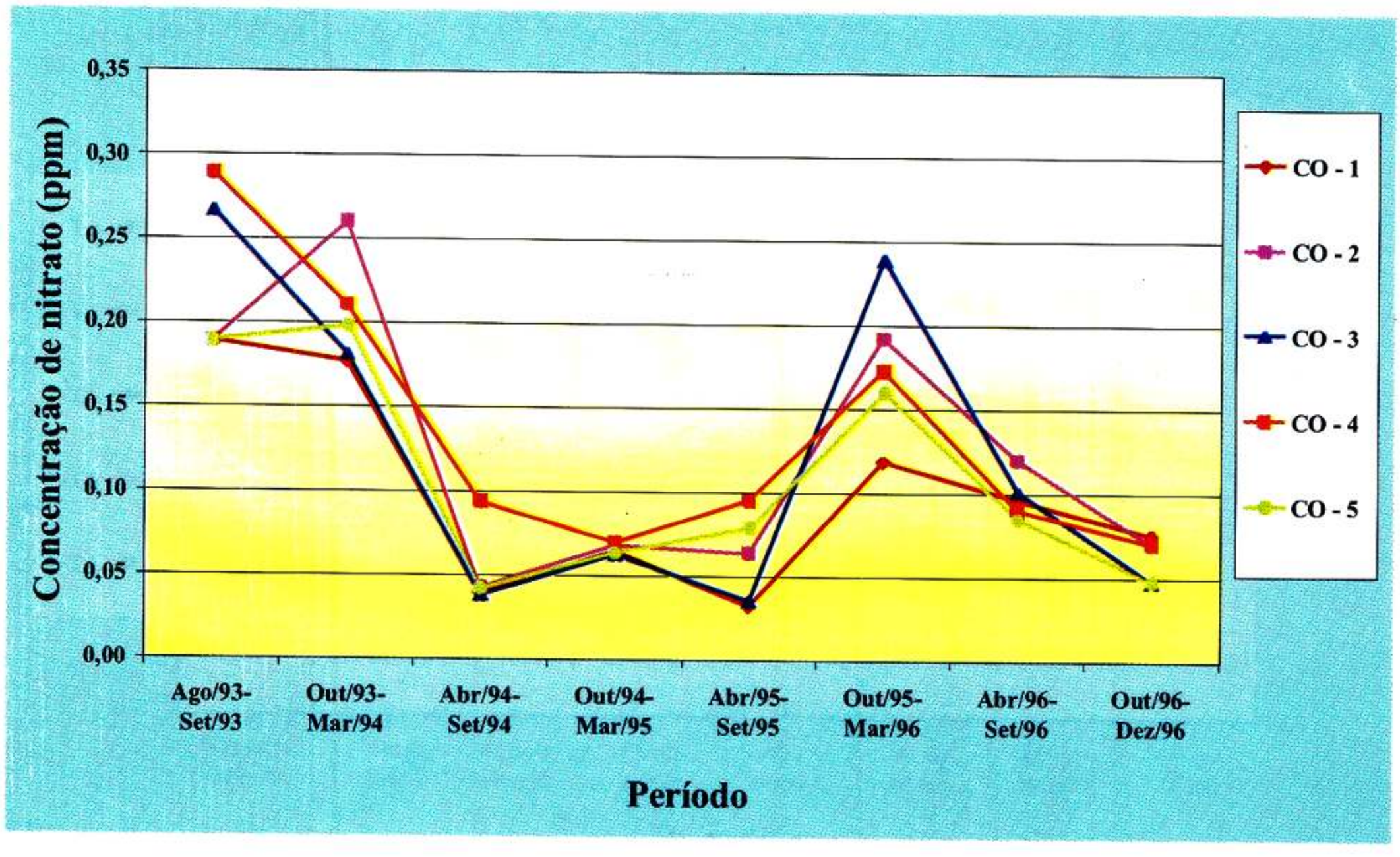


Figura 66. Médias semestrais de nitrato nos cinco pontos do ribeirão das Lages no PC Coromandel – MG. Agosto/93 a dezembro/96.

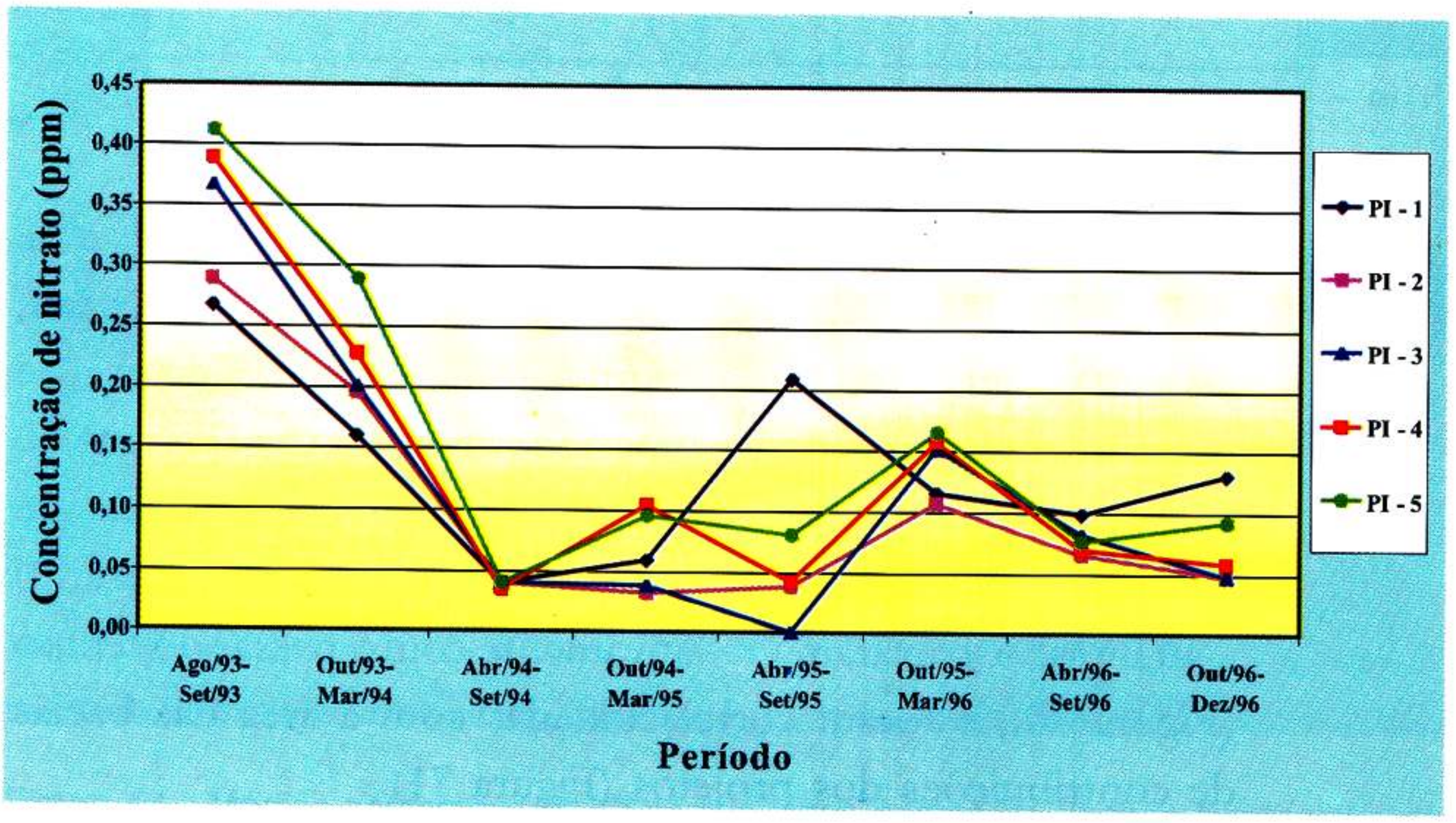


Figura 67. Médias semestrais de nitrato nos cinco pontos do ribeirão Marape no PC Piúva – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

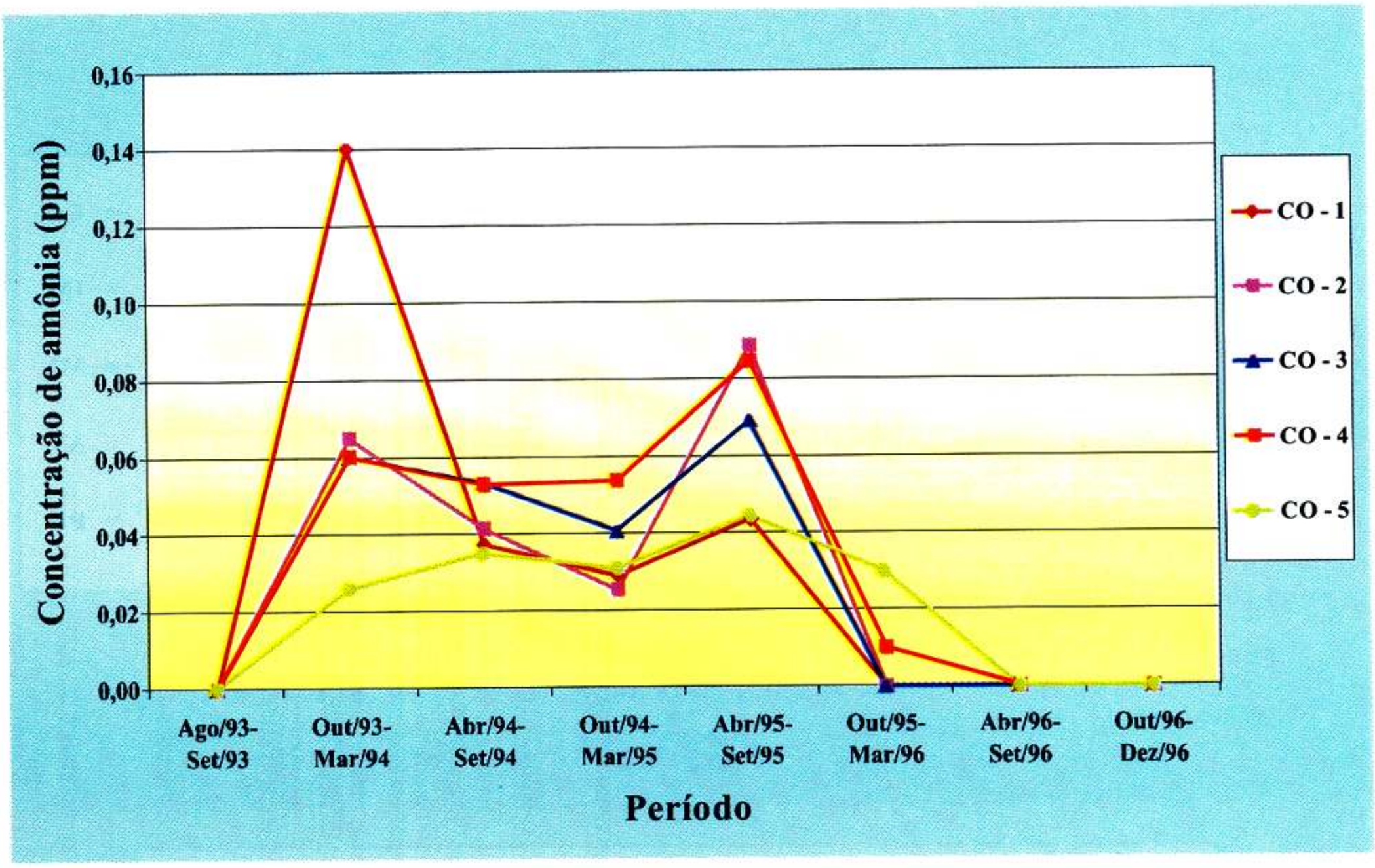


Figura 68. Médias semestrais de amônia nos cinco pontos do ribeirão das Lages no PC Coromandel – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

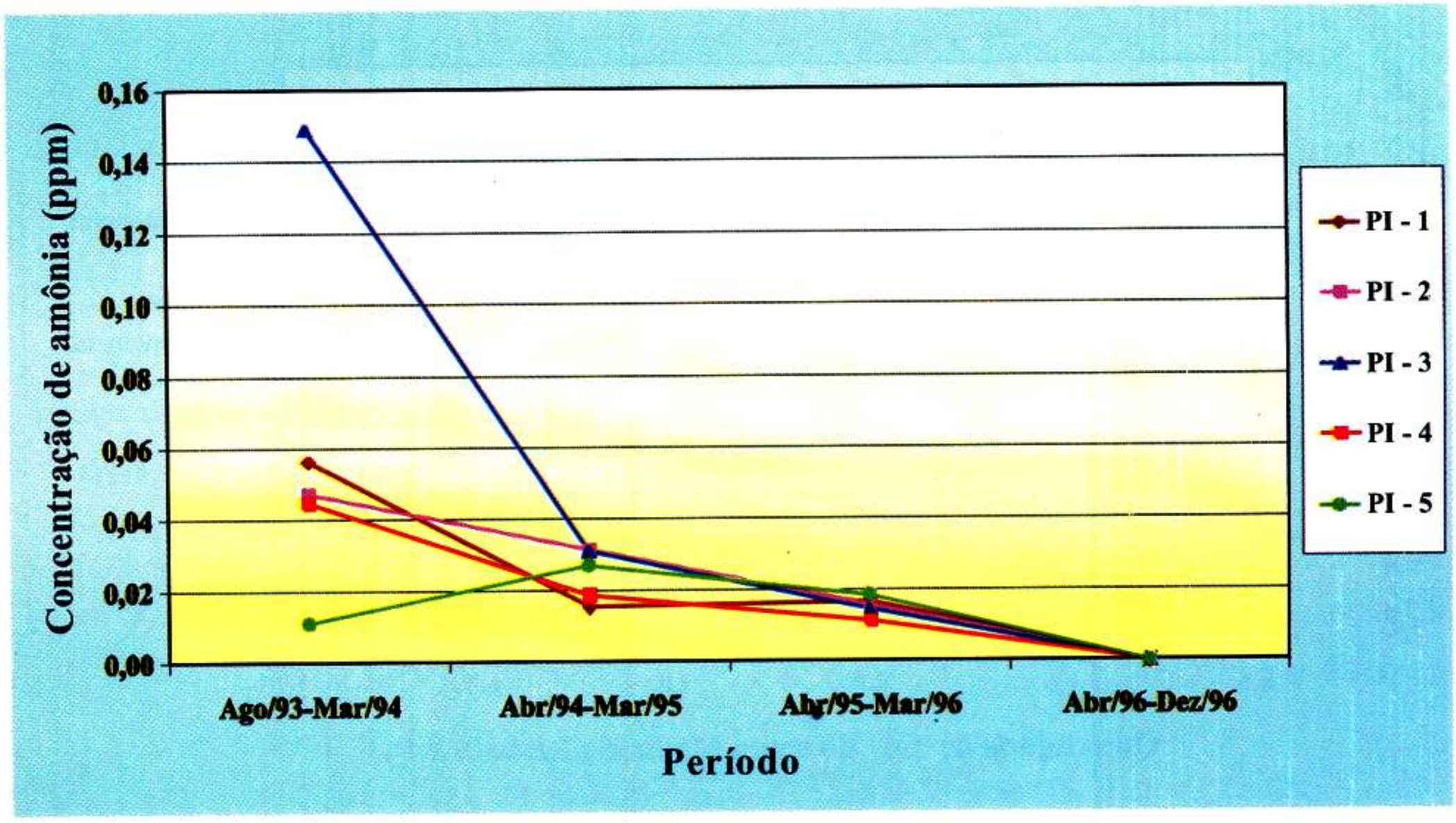


Figura 69. Médias semestrais da amônia nos cinco pontos do ribeirão Marape no PC Piúva – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

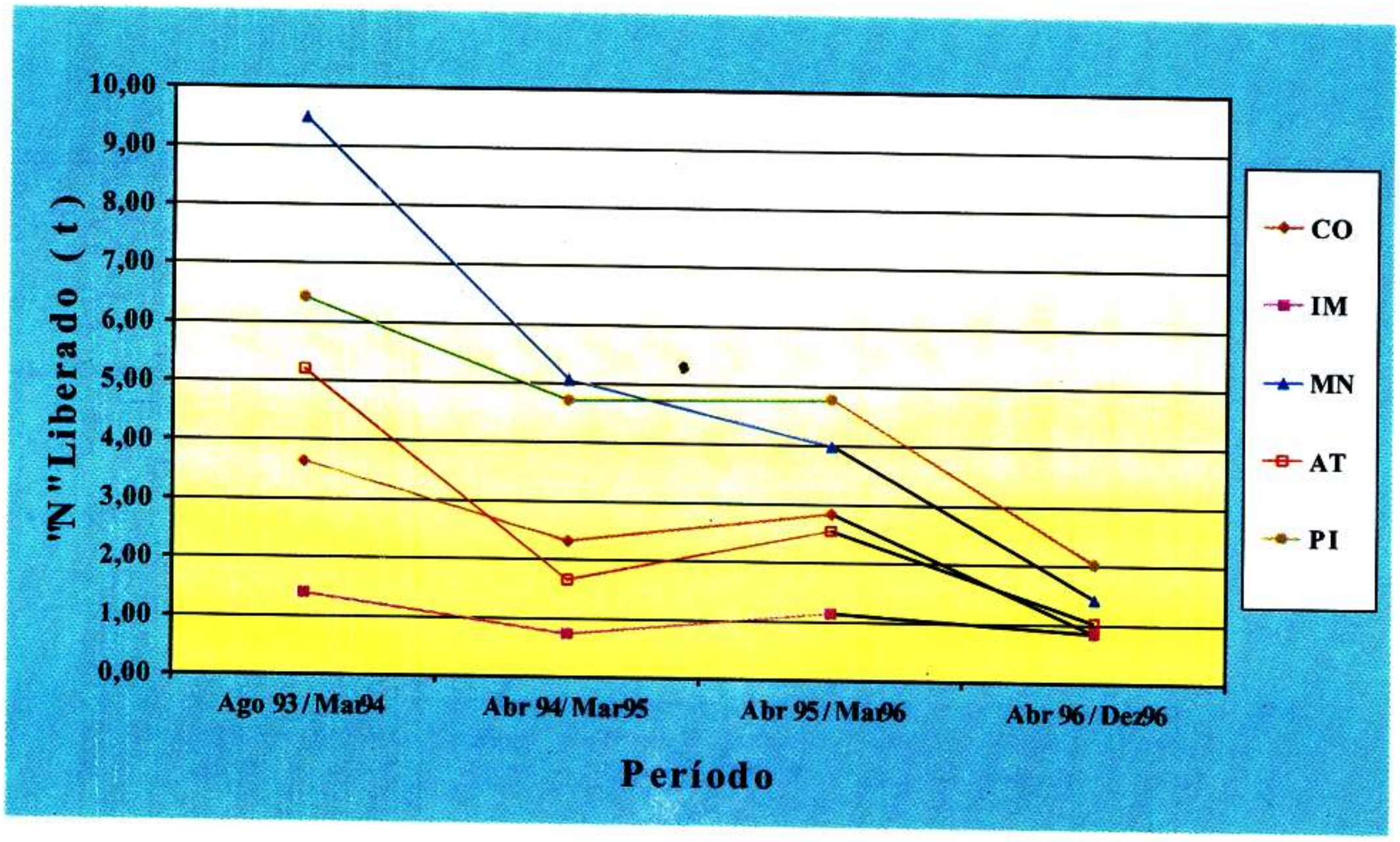


Figura 70. Comparativo da quantidade de "N" liberado nas áreas dos projetos de colonização.

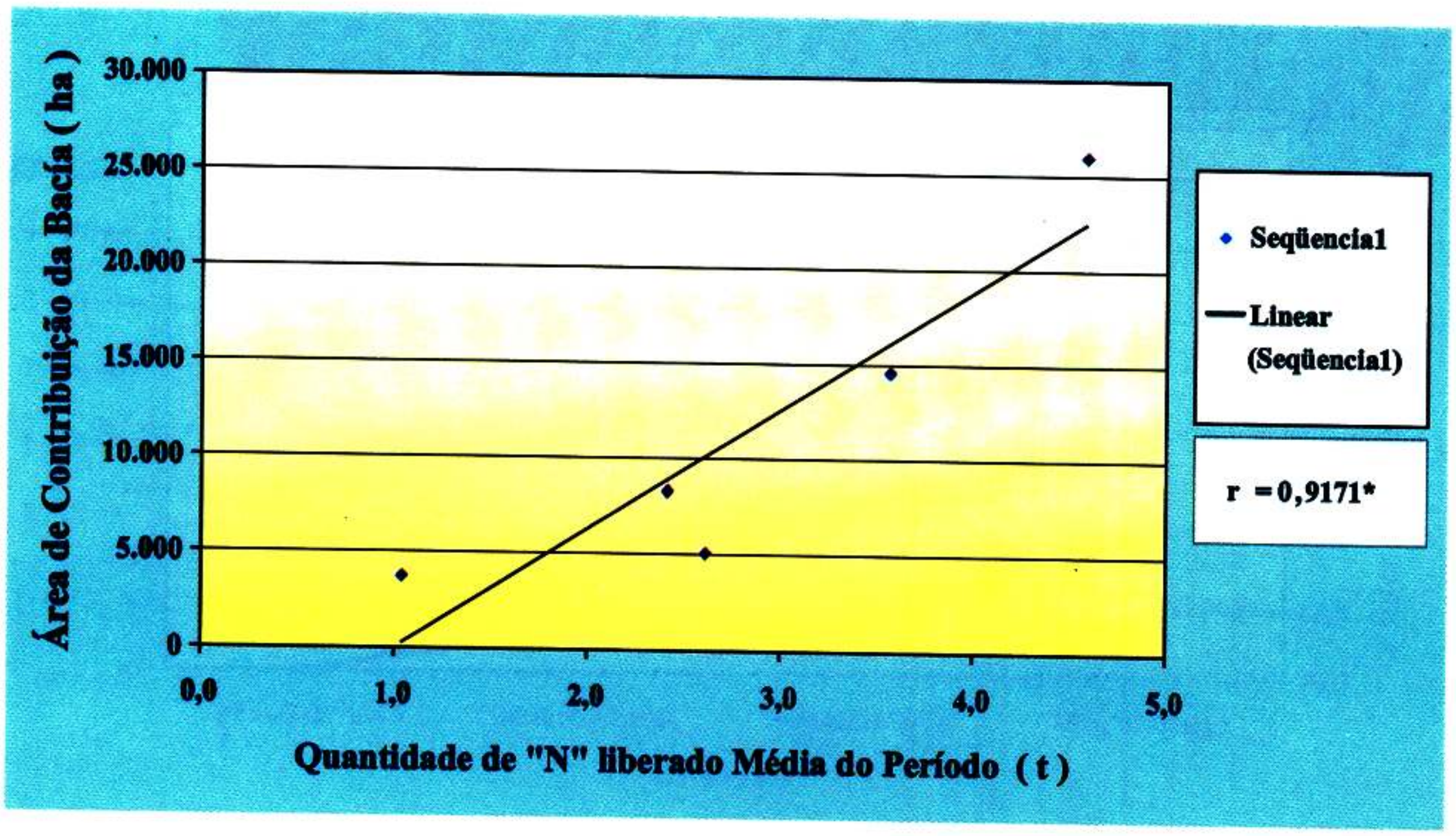


Figura 71. Correlação entre quantidade de "N" liberado e a área das bacias de contribuição dos projetos de colonização.

7) A condutividade elétrica apresentou valores baixos, menores de 5,0 μS/cm, com uma tendência de redução durante o período monitorado (Figuras 72 e 73). Outros elementos ligados à condutividade elétrica, como Na, Ca e Mg apresentaram valores médios semestrais reduzidos de 0,25, 0,60 e 0,10 ppm, respectivamente, e também observou-se clara tendência de redução com o decorrer do tempo (Figuras 74, 75 e 76).

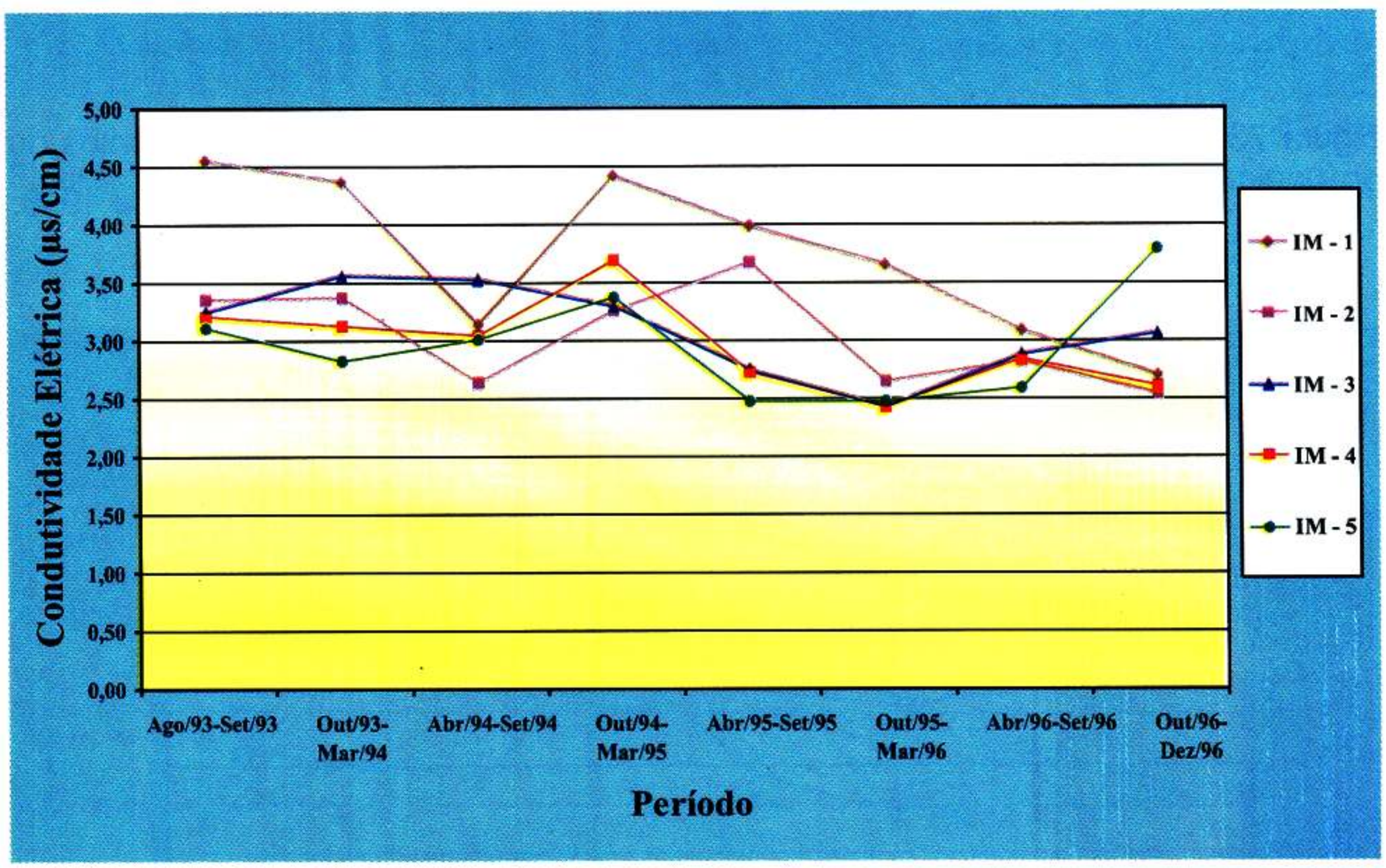


Figura 72. Médias semestrais da condutividade elétrica d'água nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

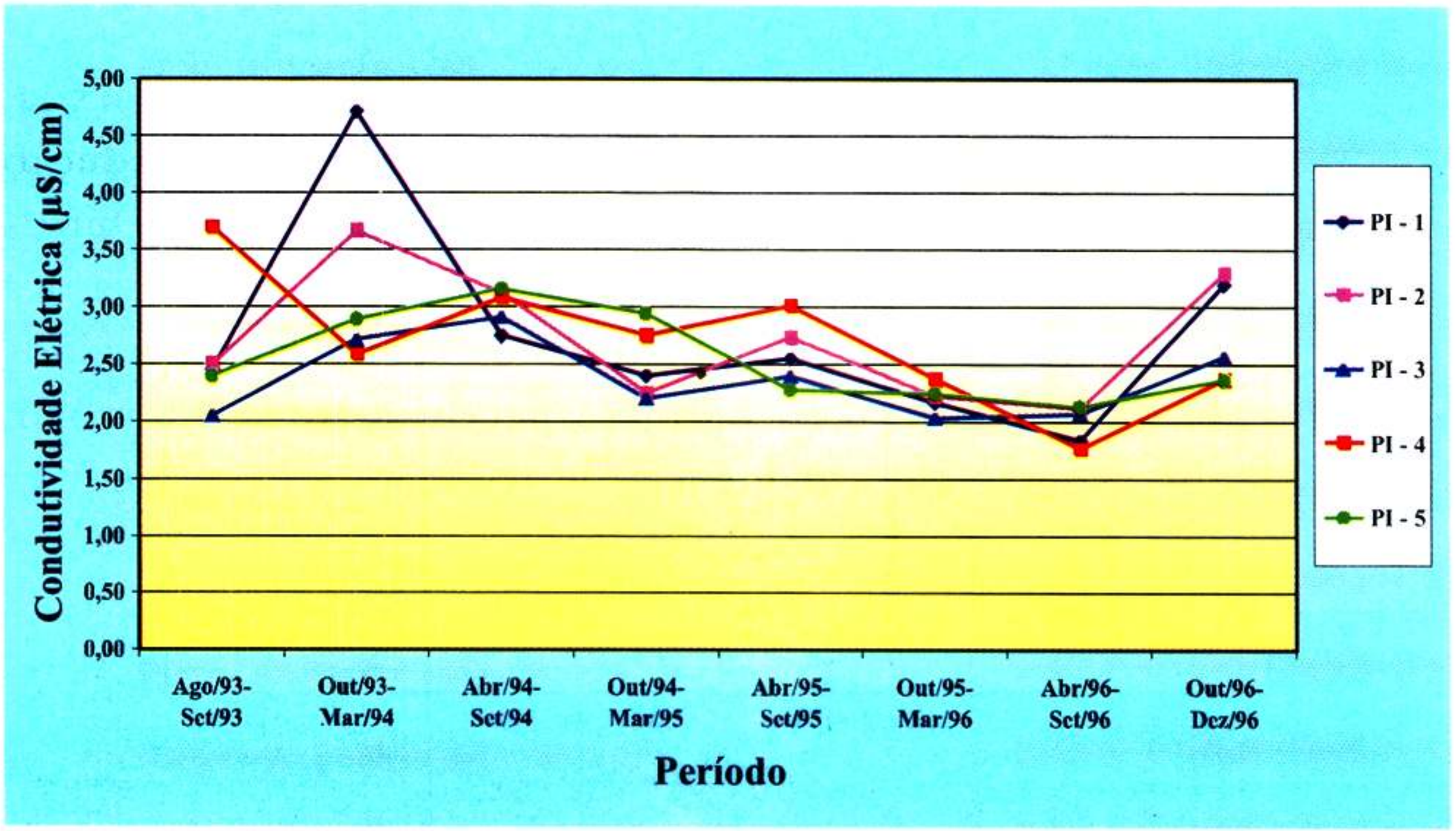


Figura 73. Médias semestrais da condutividade elétrica d'água nos cinco pontos do ribeirão Marape no PC Piúva – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

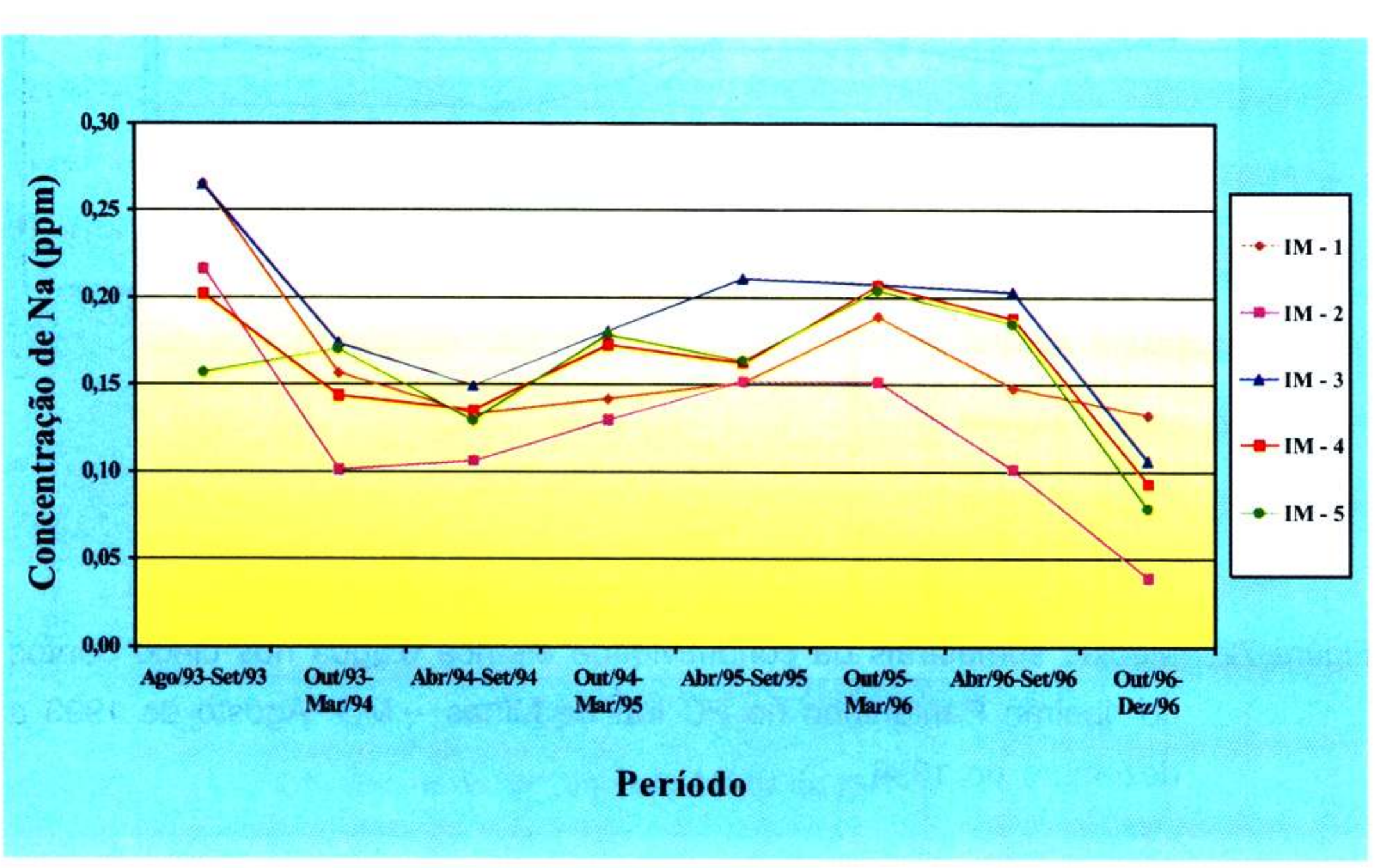


Figura 74. Médias semestrais de Na nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

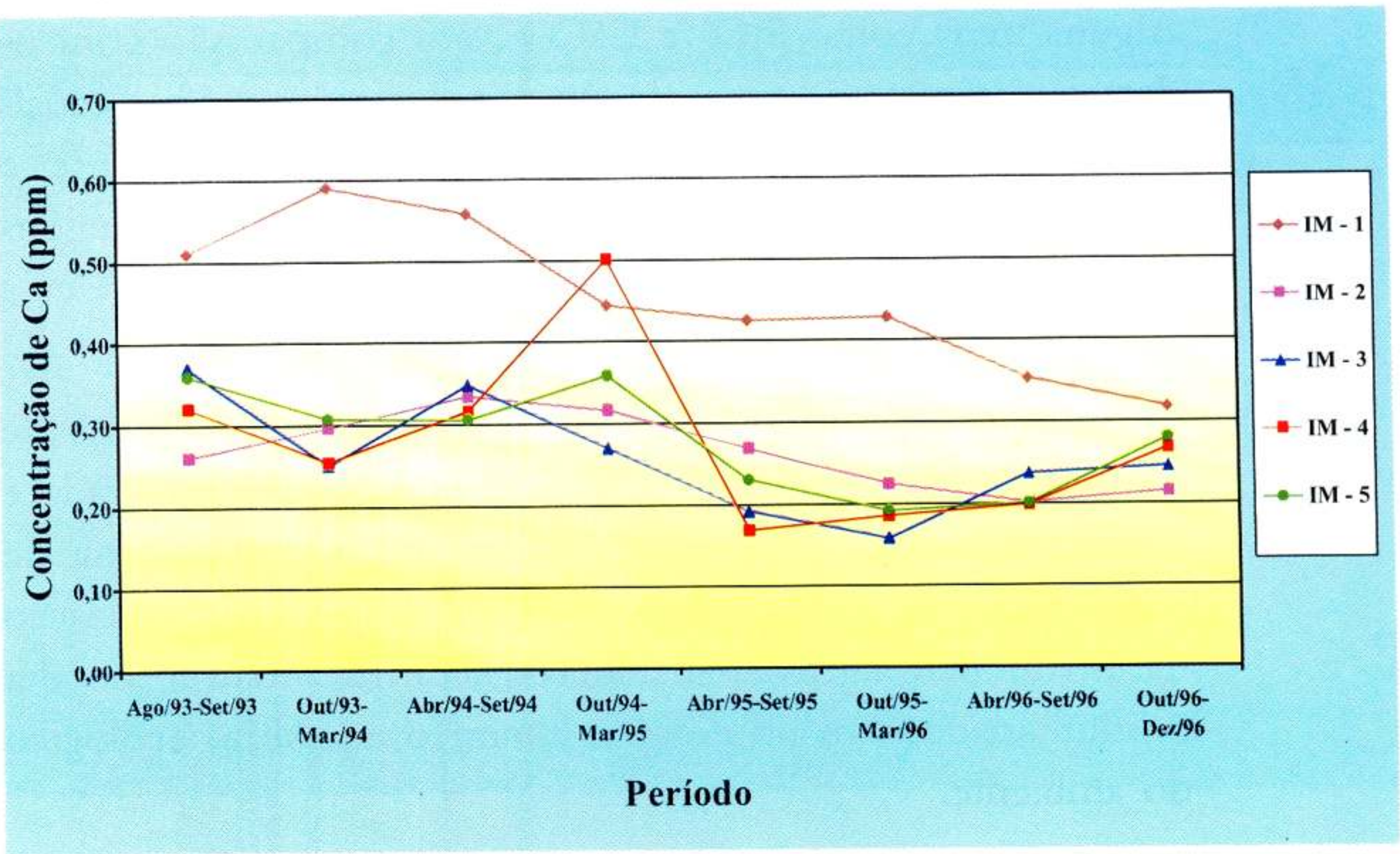


Figura 75. Médias semestrais de Ca nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

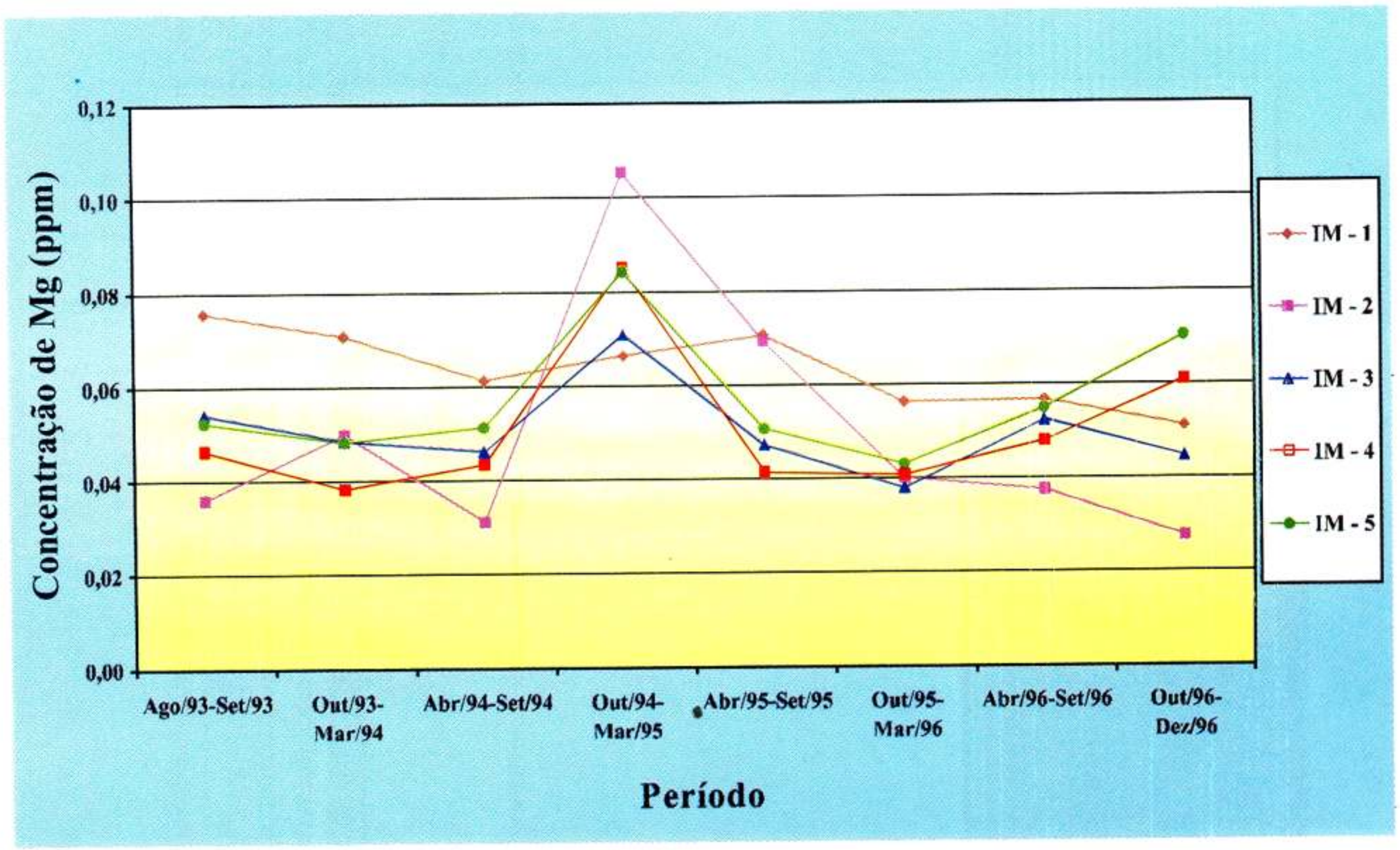


Figura 76. Médias semestrais de Mg nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

8) Alguns itens como SiO_2 e $CaCO_3$, em comparação com os demais parâmetros, apresentaram concentrações médias anuais relativamente altas de 14,0 e 4,0 ppm, respectivamente, e observou-se uma tendência de aumento somente em alguns projetos do Prodecer I, o que, no entanto, não comprometeu a qualidade da água (Figuras 77 a 80).

9) O modelo de implantação adotado para os projetos de colonização, que contempla como reserva a área de cerrado e as faixas nas margens dos rios, aliado a um sistema de conservação de solo eficiente, permite na prática a utilização de um modelo agrícola sustentável, com a obtenção de alta produtividade, sem no entanto alterar o equilíbrio ecológico do ambiente.

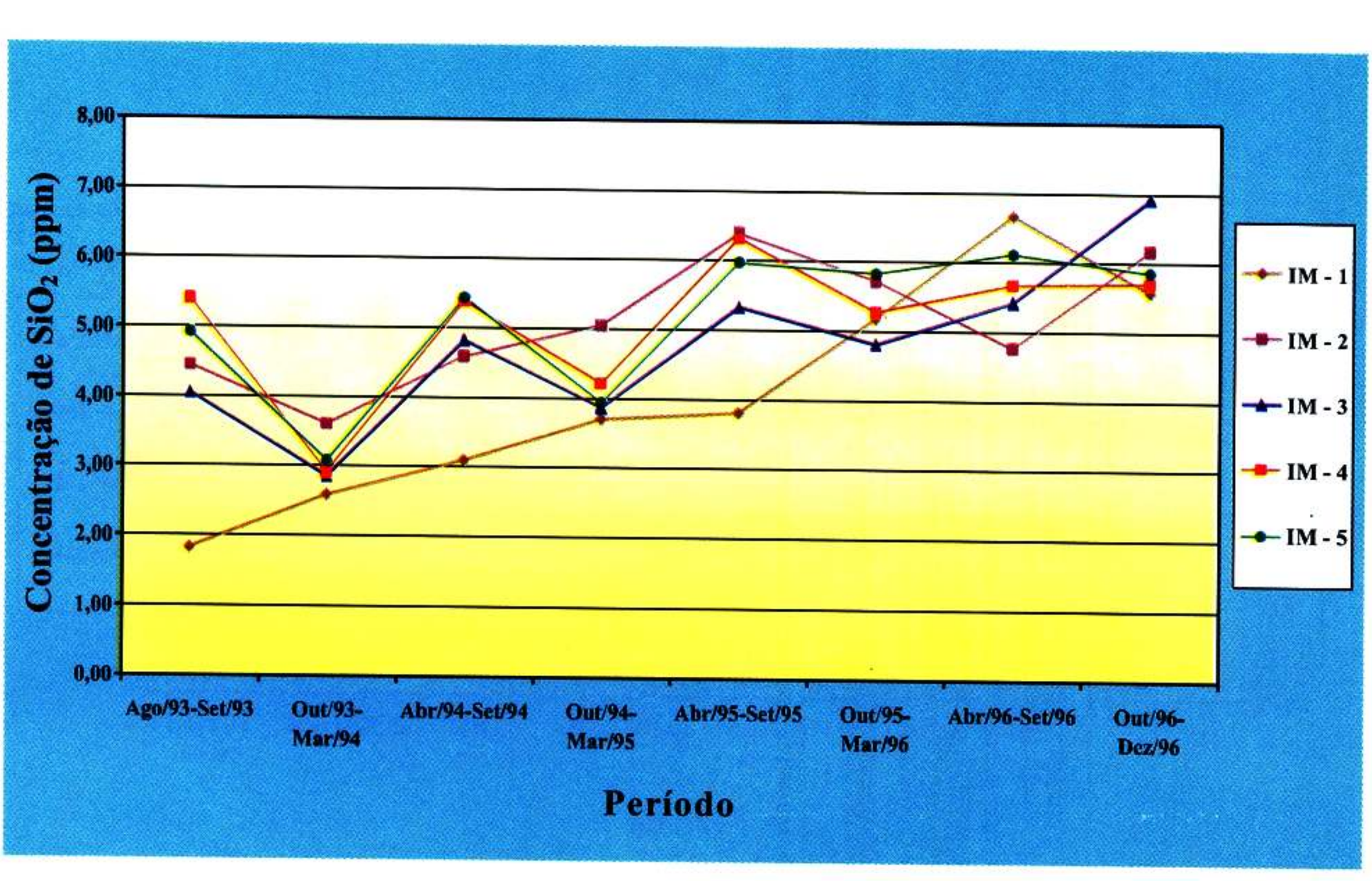


Figura 77. Médias semestrais da SiO_2 nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

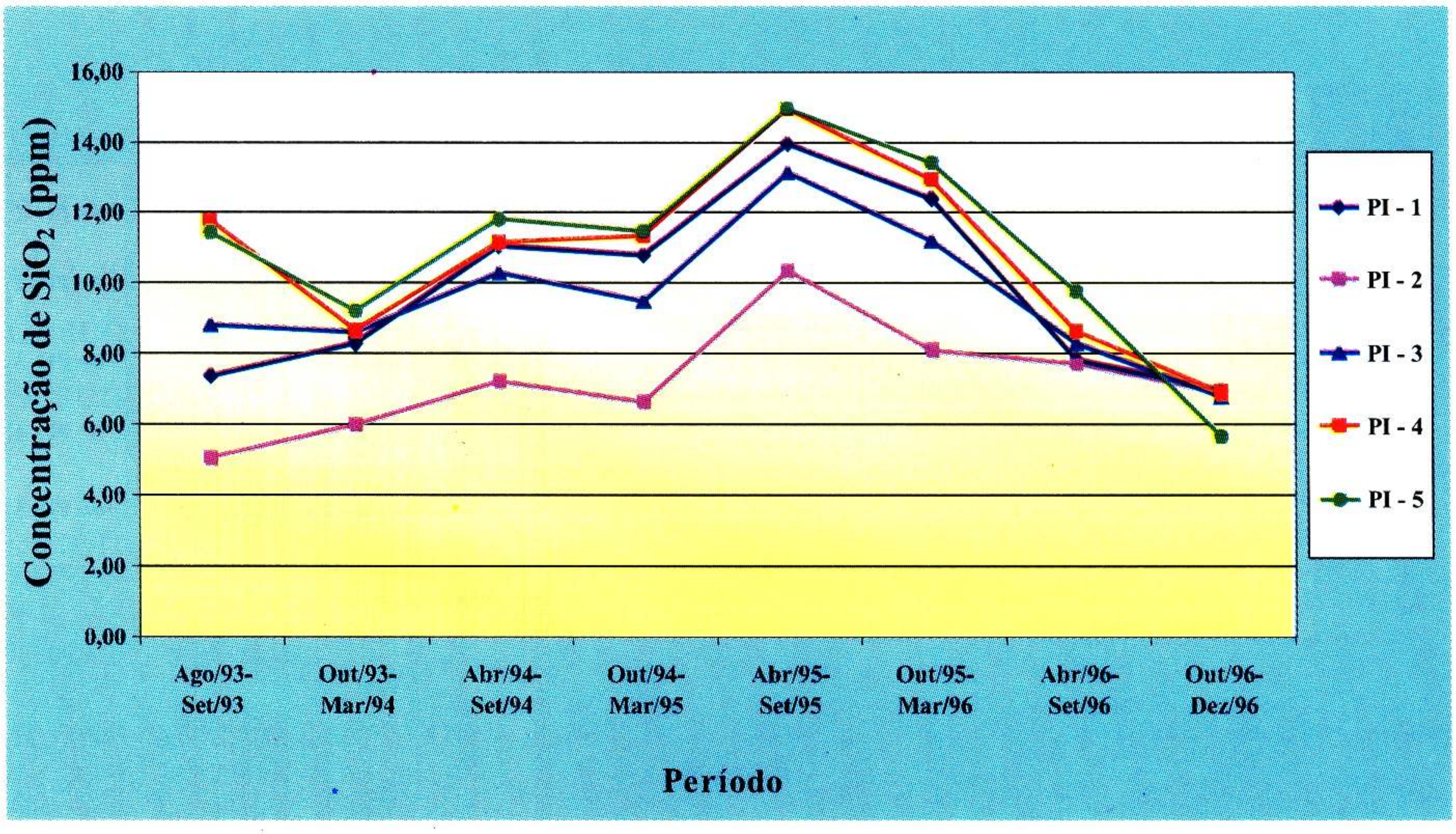


Figura 78. Médias semestrais da SiO_2 nos cinco pontos do ribeirão Marape no PC Piúva – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

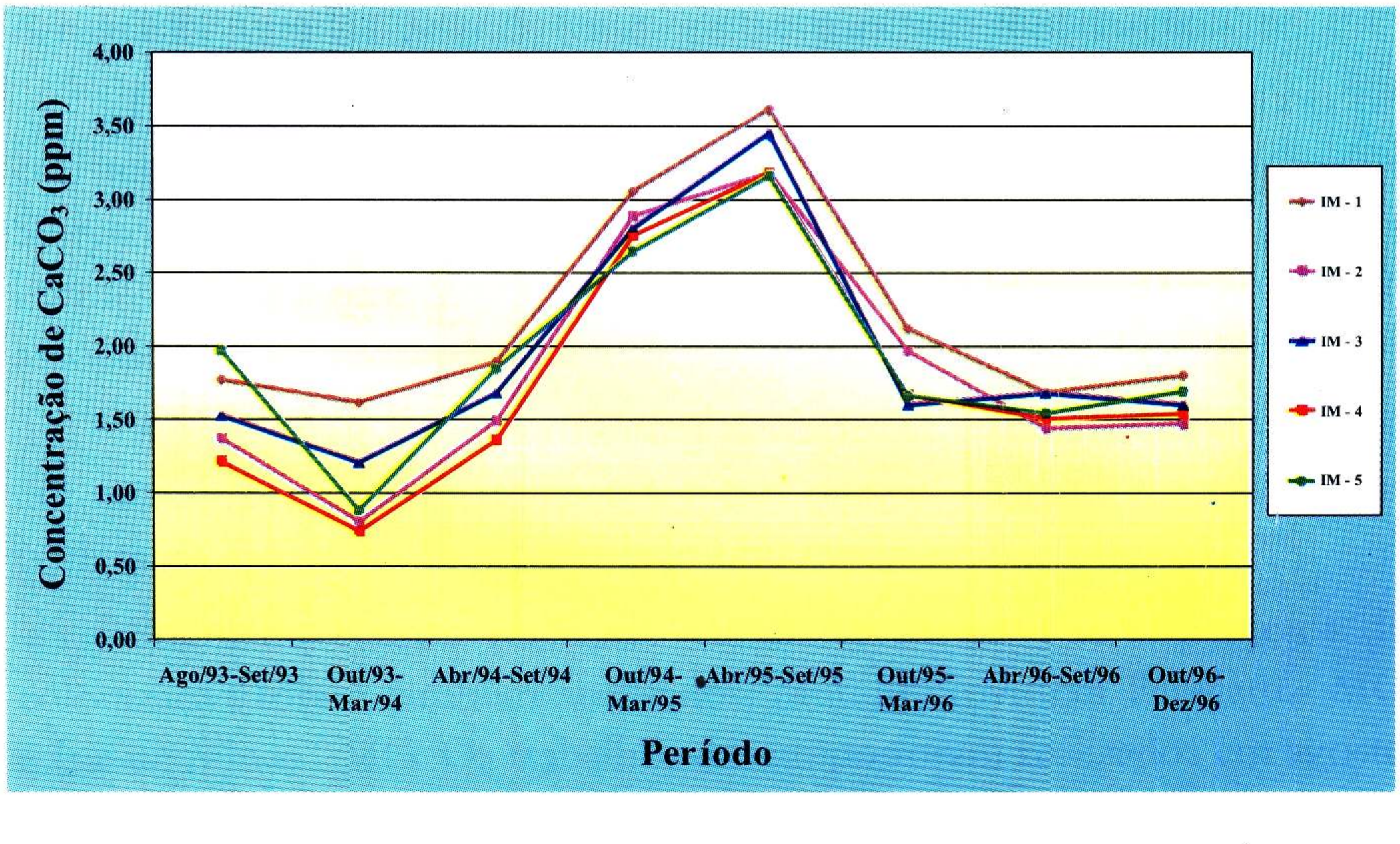


Figura 79. Médias semestrais do $CaCO_3$ nos cinco pontos do ribeirão Pantaninho no PC Iraí de Minas – MG. Agosto de 1993 a dezembro de 1996.

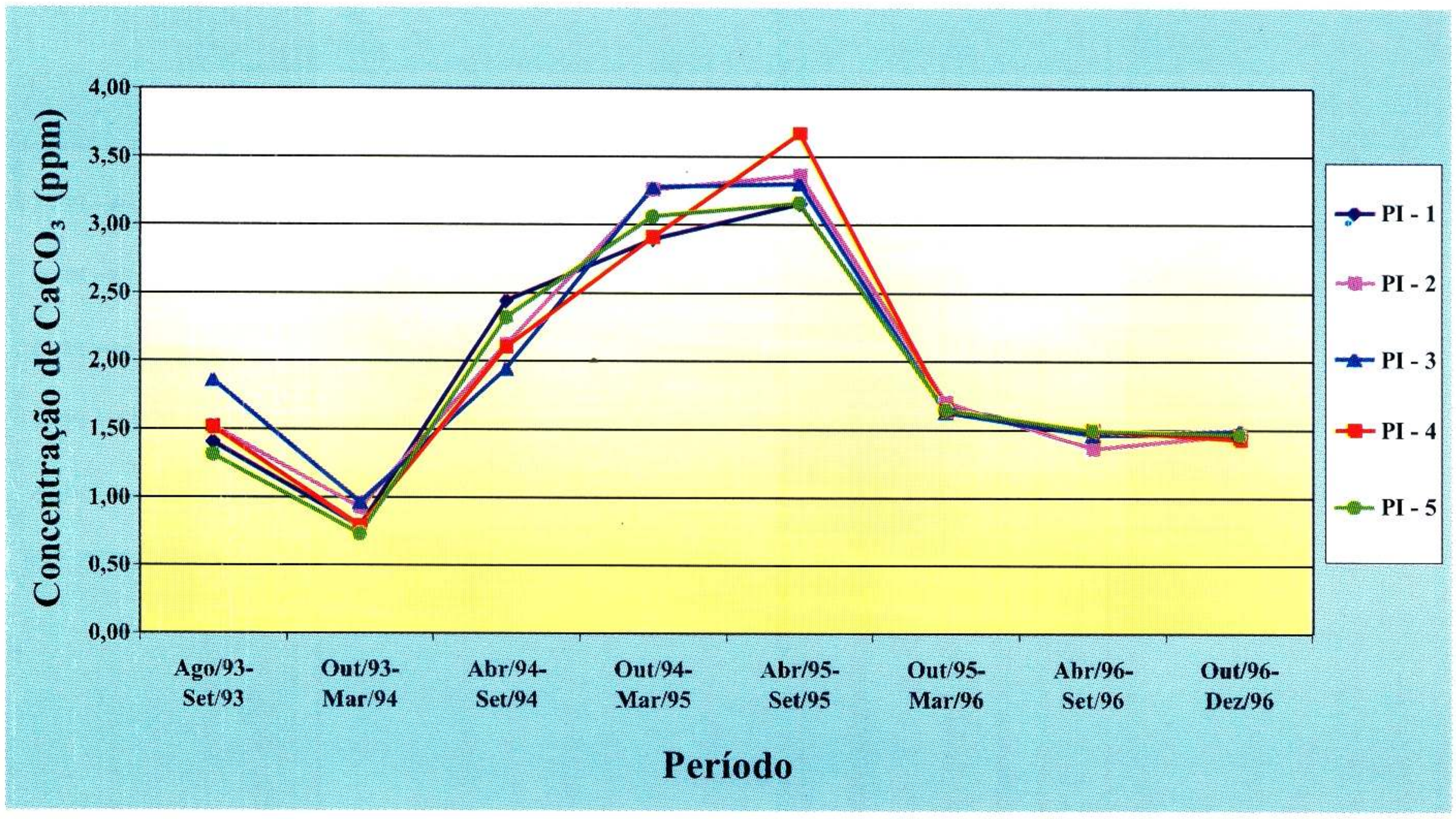


Figura 80. Médias semestrais do $CaCO_3$ nos cinco pontos do ribeirão Marape no PC Piúva – MT. Agosto de 1993 a dezembro de 96.

9.4 Insetos

As áreas remanescentes de cerrado nativo apresentam extensas bordas com áreas de cultivo, especialmente monoculturas. O impacto do uso agrícola adjacente nas áreas de cerrado da reserva legal é praticamente desconhecido e necessita ser mensurado para que confirme a sua destinação, ou seja, a manutenção da biodiversidade do Cerrado.

É fundamental também que se conheça a distribuição da entomofauna nas diferentes fitofisionomias, especialmente para a definição de áreas a serem preservadas. Com o objetivo de fazer análises comparativas temporais da composição e diversidade de espécies de lepidópteros noturnos, foram realizados estudos com armadilhas luminosas no Projeto de Colonização Gerais de Balsas, localizado ao sul do Estado do Maranhão, nos anos de 1996, 1997 e 1998.

Foram examinados 15.511 insetos, distribuídos em 773 espécies e 32 famílias. A diversidade biológica encontrada nas áreas de estudo foi alta, sendo observada uma pequena queda nesses valores no ano de 1998, que pode estar relacionada com flutuações naturais das populações, sendo necessários estudos de mais longo prazo para sua constatação.

Em geral, a diversidade é alta em áreas tropicais, esse fato foi constatado no estudo, especialmente quando utilizou-se o índice de Simpson. A maioria das espécies encontradas foram raras, com até dois exemplares coletados. Índices baixo de diversidade biológica sempre estão associados a presença de espécies dominantes.

A ciclicidade anual na riqueza de espécies é um fenômeno natural em muitas populações de insetos e esta parece ser a interpretação mais correta da queda na biodiversidade observada.

Além do estudo realizado em Balsas, outros dois projetos de colonização foram também analisados: Mundo Novo em Paracatu - MG e Iraí de Minas - MG. Os trabalhos de campo foram realizados em agosto e novembro de 1993, e fevereiro de 1994.

Foram comparadas as diversidades biológicas de três fisionomias vegetais: Cerrado, Campo Sujo e Mata de Galeria. Verificou-se que os valores de diversidade biológica, observados entre as fitofisionomias, foram estatisticamente diferentes ($p<0,001$). O cerrado *stricto sensu* apresentou maior riqueza de espécies nas duas áreas.

Estudos da fauna entomológica na região do Cerrado têm indicado alta diversidade de espécies e também grande heterogeneidade espacial e temporal. A continuidade destes estudos e a implementação de outros sobre a biologia, ecologia e distribuição são fundamentais, especialmente, na definição de áreas a serem preservadas.

9.5 Vegetação

O Cerrado corresponde à savana, com a maior fitodiversidade no planeta, e apresenta mais de sete mil espécies de angiospermas. O desenvolvimento agrícola da região deve ocorrer de maneira racional, sem ameaçar a manutenção desse fabuloso banco de genes.

A legislação ambiental brasileira obriga a que os empreendimentos agrícolas mantenham de 20% a 50% da área total com vegetação nativa, correspondente à reserva legal.

A pesquisa ecológica, por meio do uso de métodos fitossociológicos e de efeito de borda, poderá responder até que ponto as manchas de cerrado utilizadas como reservas estão conservando a fitodiversidade e qual a melhor estratégia para garantir a sua manutenção.

O estudo do impacto da atividade agrícola sobre a fitodiversidade está sendo realizado em manchas de cerrado da reserva legal do Projeto de Colonização Gerais de Balsas (Prodecer III). Três componentes da vegetação estão sendo estudados: o estrato arbóreo e o herbáceo do Cerrado Típico e a flora herbácea do Campo Úmido.

Os estudos foram iniciados em 1995 e anualmente estão sendo acompanhados os mesmos pontos, com o mesmo método fitossociológico,

a fim de detectar a dinâmica da vegetação em relação ao efeito da agricultura em sua borda.

9.5.1 Estrato arbóreo do Cerrado sentido restrito

Em 1995 foi iniciado o monitoramento do impacto ambiental na vegetação nativa de reservas de duas áreas de cerrado, sentido restrito, circundadas por áreas de agricultura.

A partir do contato com a área agrícola, foram estabelecidas 64 parcelas permanentes de 10x20 m (1,28 ha), alocadas em quatro transectos de 160 m (16 parcelas em cada transecto). Desde então, todos os indivíduos lenhosos com diâmetro na base >3 cm vêm sendo amostrados.

Nos quatro anos de acompanhamento foram detectadas mudanças florístico-estruturais e variações na diversidade daquela vegetação, que também foi submetida a incêndios deletérios em 1996 e 1998.

O número de indivíduos encontrados variou de 2.258 ind./ha em 1995 a 2.654 ind./ha em 1997, número este reduzido para 2.619 ind./ha em 1998. A tendência geral em ambientes naturais não perturbados e abaixo de sua capacidade de suporte é de crescimento da população. Isso foi verificado no estudo de 1995 a 1997 (acréscimo no período de 396 ind./ha). No entanto, a redução de 37 ind./ha de 1997 a 1998 indica perturbações sérias na diminuição da densidade natural. A taxa de crescimento não apenas diminuiu, mas ficou negativa. Considerando o período de um ano, a média de crescimento foi de 193 ind./ha. A ocorrência de forte incêndio na estação seca de 1998 (julho-agosto) sugere que este fator pode ser sério redutor na taxa de crescimento da densidade da população original. O número de espécies/famílias também seguiu esta tendência: em 1995, 64 espécies/30 famílias; em 1997, 68/32; em 1998, 64/30.

Em 1997, os dados encontrados sugeriam que maiores mudanças estariam ocorrendo nas áreas próximas e contíguas à agricultura, embora, em 1998, as parcelas distantes tenham sido os locais com maiores

alterações florístico-estruturais. O incêndio de 1998 deve ter influenciado nesses resultados.

Os efeitos negativos do fogo (mortalidade) foram genericamente maiores nos indivíduos de 3 a 5 cm de diâmetro, principalmente em espécies como *Byrsonima* sp., *Connarus suberosus* Planch., *Davilla elliptica* St. Hil., *Erythroxylum deciduum* •St. Hil., *E. suberosum* St. Hil., *Ouratea hexasperma* (St. Hil.) Baill., *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. ex Benth., *S. adstringens* (Mart.) Cov. e *Vochysia rufa* Mart. Dessa relação, as espécies *Erythroxylum suberosum* e *Stryphnodendron rotundifolium* foram as mais afetadas.

Por outro lado, mesmo com o advento do fogo, apresentaram incremento espécies como *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke e *Eschweilera nana* (Berg.) Miers, ambas de ocorrência ocasional no levantamento inicial. Esses são indícios de futuras espécies importantes naquelas comunidades.

As árvores maiores são as menos suscetíveis à alteração do meio ambiente e podem mascarar a mudança delicada das menores. A análise fitossociológica detalhada dos indivíduos de 3 a 5 cm de diâmetro de caule deve indicar com maior clareza os indivíduos mais afetados.

A visita ao campo e os resultados dos anos anteriores mostram a princípio que ainda é difícil separar os efeitos do fogo dos efeitos da agricultura, devido ao curto período de observação. Como o trabalho está sendo avaliado em plantas perenes, portanto, de ciclo longo, será necessário continuar o acompanhamento dessas informações no longo prazo. Esse acompanhamento é muito importante para que possam ser revelados os possíveis efeitos da agricultura, já que esses poderiam agora estar mascarados pelo efeito do fogo.

9.5.2 Estrato herbáceo do Cerrado sentido restrito

Estão sendo estudadas desde 1997 o efeito da borda sobre o estrato herbáceo de duas manchas de cerrado sentido restrito, localizadas próximas aos lotes de sequeiro 16 e 23 do PC Gerais de Balsas - MA. Foram

considerados como pertencentes ao estrato herbáceo todos os indivíduos menores de um metro. Em cada uma das áreas foram levantadas sete linhas de 50 metros que apresentam as seguintes distâncias da borda da plantação: 1 m, 3 m, 5 m, 10 m, 20 m, 50 m e 100 m. Em cada uma delas foi utilizado o "método da linha" onde foram obtidas as freqüências e a cobertura das espécies.

Ano a ano estão sendo acompanhadas as modificações na estrutura da vegetação herbácea relacionadas com a redução e acréscimo na freqüência e cobertura das espécies nativas, bem como a entrada de espécies invasoras.

Nesses levantamentos já foram obtidas 207 espécies no total com índices de diversidade de Shannon entre as linhas, variando entre 2,8 a 3,7. Constatou-se um grande número de espécies pouco freqüentes, responsáveis pela grande diversidade observada. Em cada uma das linhas, apenas três a cinco espécies apresentam freqüência relativa maior que 5%, sendo elas *Trachypogon spicatus*, *Paspalum guttatum*, *Axonopus marginatus*, *Scleria* sp., *Mesosetum loliiforme* e *Rhynchospora conata* .

Uma das principais ameaças à biodiversidade do estrato herbáceo do cerrado é sua substituição por espécies invasoras, processo já detectado nas linhas de borda estudadas. Essa invasão compromete a diversidade de todos os estratos, já que a cobertura contínua e densa no estrato herbáceo dificulta o estabelecimento de plântulas nativas pertencentes a todos os estratos. Os processos que levam a esta substituição são pouco conhecidos, sendo este experimento pioneiro na observação dessa dinâmica. A análise final dos resultados obtidos poderá auxiliar na elucidação desses processos, fornecendo, assim, subsídios para o manejo do cerrado em áreas de reserva para que se evite esta invasão.

9.5.3 Estrato herbáceo do Campo Úmido

O Campo Úmido da região do Cerrado corresponde a uma vegetação que apresenta uma cobertura herbácea contínua em solos mal drenados, com raros arbustos e árvores.

Foram estudadas quatro áreas de Campo Úmido. Em cada uma delas foram demarcadas linhas perpendiculares à Mata de Galeria com início na borda do cerrado. Ao total dezessete linhas, com diferentes comprimentos, foram amostradas metro a metro para avaliar a ocorrência de espécies, sua projeção, altura média do estrato, cobertura da matéria viva e morta.

No primeiro ano foram obtidos seis grupos de espécies relacionados com os seguintes ambientes: borda do Cerrado (savana da área drenada), borda do Cerradão (formação florestal), murunduns (pequenas áreas elevadas e dispersas), Campo Úmido menos inundado, área central e mais inundada e espécies com ampla distribuição.

O rebaixamento do lençol freático é um indicador de que o recurso água está sendo superutilizado ou que o desmatamento adjacente reduziu, significativamente, a infiltração de água, levando à redução do volume do curso de água em toda a microbacia.

O acompanhamento nos últimos anos de estudo, das espécies herbáceas sensíveis a diferentes graus de encharcamento, presentes nas linhas, permitirá identificar se está ocorrendo o rebaixamento do lençol freático pela redução ou acréscimo das espécies indicadoras detectadas nos grupos.

9.5.4 Conclusão

A manutenção da biodiversidade do Cerrado é um compromisso que esta geração tem com as gerações futuras. O desenvolvimento agrícola ordenado e o conhecimento ecológico do Cerrado permitirão que este compromisso seja encarado com responsabilidade. Mecanismos de conservação não devem ser considerados como uma ameaça ao desenvolvimento da agricultura e sim como um pré-requisito que garanta sua continuidade. Este projeto dará subsídios importantes para a manutenção da sua fitodiversidade em áreas de empreendimentos agrícolas de maneira racional e efetiva.