UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

Influências da geomorfologia fluvial na distribuição espacial das assembléias de peixes do rio Paraíba do Sul

Eduardo Oliveira Estiliano

2006

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

INFLUÊNCIAS DA GEOMORFOLOGIA FLUVIAL NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES DO RIO PARAÍBA DO SUL

EDUARDO OLIVEIRA ESTILIANO

Sob a Orientação do Professor
Francisco Gerson Araújo

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em **Ciências**, Área de Concentração: Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ
Maio de 2006

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. MATERIAL E MÉTODOS 4
2.1. Área de Estudo 4
2.1.1. Localização e Limites da bacia do rio Paraíba do Sul 4
2.1.2. Geomorfologia da Bacia 5
2.2. Os Sítios de Amostragem 10
2.3. Amostragens de Peixes 10
2.4. Avaliação da Geomorfologia Fluvial dos Sítios de Amostragem 11
2.5. As Variáveis 11
2.6. Tratamento de Dados 12
3. RESULTADOS 13
3.1. Sistemas de Classificação 13
3.2. Assembléias de Peixes 16
3.3. Padrões das Variáveis Ambientais 21
3.4. Relação Espécie-Ambiente 23
4. DISCUSSÃO 26
5. CONCLUSÕES 29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30
7. ANEXOS 35
Anexo I - Ilustração do sistema de classificação da hierarquia fluvial de STRAHLER (1957). 35
Anexo II - O sistema de classificação da morfologia de canais fluviais de MONTGOMERY& BUFFINGTON, 1993. 36
Anexo III - O sistema de classificação de rios naturais, de ROSGEN (1994). 39
Anexo IV – Lista de espécies de peixes agrupadas por ordem e família, coletadas no rio Paraíba o Sul, entre os anos de 2004 – 2005. 41
Anexo V - Abundância das 34 espécies mais abundantes ao longo dos sítios. 42
Anexo V – Continuação. 43
Anexo VI – Tabela de riqueza, abundância e diversidade. 44
Anexo VII – Lista de espécies que ocorreram somente nos trechos de cabeceiras. 45
Anexo VIII – Imagens de satélite que ilustram a área de estudo. 45
Anexo IX – Mapa da bacia do rio Paraíba do Sul. 47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração da Hierarquia de escalas espaciais. 2

Figura 2. Bacia do rio Paraíba do Sul. 4

Figura 3. Mapa Geomorfológico da bacia do rio Paraíba do Sul, adaptado de RADAM (1985). 8

Figura 4. Planalto da Bocaina (A), Planalto do Paraitinga e Paraibuna (B), Planalto de Campos do Jordão(C), e Planalto de Itatiaia (D). 9

Figura 5. Depressão do Médio Paraíba do Sul (A), Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (B1 e B2), Delta do Paraíba do Sul (C1 e C2). 9

Figura 6. Larguras mensuradas na seção transversal da calha do rio. 11

Figura 7. Dendrograma dos sítios de amostragem no espaço das espécies. 16

Figura 8. Ordenação pelo método MDS sobre a Abundância numérica das 34 mais numerosas espécies de peixes, na bacia do rio Paraíba do Sul. Círculos indicando os grupos formados pela análise de agrupamento. Os números representam os sítios de amostragem. 17

Figura 9. Diagrama de ordenação nos dois primeiros eixos dos escores das amostras, obtidas pela ordenação das variáveis ambientais utilizando ACP. 22

Figura 10. Diagrama de ordenação nos dois primeiros eixos dos escores das amostras, codificadas pelo sistema de ROSGEN, obtidas pela ordenação das variáveis ambientais utilizando ACP. 23

Figura 11. Diagrama da ordenação (triplot) dos dois primeiros eixos da Analise de Correspondência Canônica da Abundância das 34 espécies mais numerosas e das variáveis ambientais do rio Paraíba do Sul. 24

Figura 12. Correlação da riqueza de espécies (n° de espécies) e o log 10 da área da seção transversal. 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da classificação dos sítios de amostragem: 15

Tabela 2. Resultados do teste de comparação das matrizes de similaridade entre os grupos (ANOSIM). 17

Tabela 3. Resultados da análise de percentagem de similaridade (SIMPER) dos 4 grupos formados pela análise de agrupamentos. Espécies indicadas pelos três primeiras letras dos respectivos nomes científicos. 18

Tabela 4. Resultados das percentagens das dissimilaridades (SIMPER) entre os grupos formados pela análise de agrupamentos. Espécies indicadas pelos três primeiras letras dos respectivos nomes científicos. 19

Tabela 5. Escores das variáveis geomorfológicas (Autovetores). 21

Tabela 6. Contribuição das variáveis (%) para os eixos (fatores) com respectivos autovalores. 21

Tabela 7. Resumo dos resultados e correlação intersect da Análise de Correspondência Canônica da Abundância das 34 espécies mais numerosas e das variáveis ambientais do rio Paraíba do Sul 24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Efeito da escala espacial nas influências geomorfológicas nos ecossistemas e os atributos biológicos mais afetados, de acordo MONTGOMERY(1999) 2

Quadro 2. Classes diamétricas do material do leito (ROSGEN, 1994). 13

À Haydeé Machado da Cruz Oliveira
e a Ruth Machado da Cruz, *in memorian*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu orientador Francisco Gerson Araújo por tudo o que ele me ensinou ao longo desses quatro anos.

A todo o pessoal do laboratório de Ecologia de Peixes, em especial a Benjamin, Bianca, Tatiana, Daniel, Paulo, e também ao Carlos, Fabiano e Erasmo pelas aventuras vividas durante as expedições de campo e durante os trabalhos de laboratório.

A minha família, em especial minha mãe, meus irmãos, meu tio Fábio, meu primo André, meus sogros e cunhados e principalmente a minha companheira Mariane.

Ao Programa de Pós-graduação, em especial ao professor Lélis.

Ao CNPq que através do programa CT-Hidro financiou esse projeto e me concedeu uma bolsa.

E a todos que ao longo de minha vida, de alguma forma contribuíram para minha formação.

RESUMO

ESTILIANO, Eduardo Oliveira. **Influências da geomorfologia fluvial na distribuição espacial das assembléias de peixes no rio Paraíba do Sul**. Seropédica: UFRRJ, 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

As relações espécie-ambiente são fundamentais para a compreensão dos padrões biológicos, principalmente aqueles relacionados à distribuição espacial, uma vez que as espécies sofrem pressões seletivas ao longo da história evolutiva que determinam seu sucesso na colonização dos habitats. Em ecossistemas fluviais a geomorfologia pode atuar como uma condicionante da distribuição das assembléias de peixes, por determinar os tipos e os níveis de estruturação de habitat aos quais as espécies estão associadas. Esse trabalho teve como objetivo analisar as relações entre a geomorfologia fluvial e as assembléias de peixes da bacia do rio Paraíba do Sul, na tentativa de explicar os padrões de distribuição. Foram amostrados 37 sítios ao longo da bacia, no período seco (maio-outubro) entre 2003 e 2005. Os rios foram estratificados em três categorias de tamanho: pequeno (1ª. a 3ª. Ordem), médio (4ª. a 6ª. ordem) , e grande (> 6ª. ordem), baseado na hierarquia fluvial. Os peixes e as variáveis geomorfológicas foram amostrados num trecho cerca de 20 vezes a largura nos rios pequenos e médios, e num trecho de aproximadamente 1 km nos grandes rios. Quatro assembléias de peixes foram detectadas pelas análises de agrupamento e escalonamento multidimensional não métrico – MDS, uma dominada por *Tricomycterus immaculatum*, *Neoplecostomus microps*, e *Harttia loricariformis*, correspondendo a rios pequenos e médios das escarpas dos planaltos, retilíneos, com elevados gradientes de inclinação do leito (slope), canais tipo *bedrock*, *step-pool*, e *cascade*. A segunda e a terceira assembléias são dominadas tanto por *Astyanax scabripinnis e*, *Astyanax intermedium*, quanto por espécies de ampla distribuição como *Rhamdia quelem*, *Geophagus brasiliensis*, *Oligosarcus hepsetus*, correspondendo a rios sinuosos, com baixos a moderados gradientes, canais do tipo *pool-riffles*, não entalhados, com formação de planícies de inundação. A quarta assembléia é dominada por *A. bimaculatus, A. paraybae*, *G. brasiliensis, O. hepsetus, Pimelodus maculatus, Hypostomus affinis, Hoplosternum littorale*, as quais são amplamente distribuídas ao longo da bacia, porém, nas porções inferiores da bacia as assembléias também apresenta *Loricariichthys spixii e* espécies marinhas eurialinas, correspondendo a rios com média a baixa sinuosidade, baixos a moderados gradientes, canais tipo meândrico (*pool-riffle), dunas e ondulações (dune-ripple)* e Anastomosado (*braided),* grande área da seção transversal, planícies de inundação bem desenvolvidas e leito formado basicamente por areia e cascalho. O gradiente e as razões de Entalhamento e Largura-Profundidade mostraram-se fatores dominantes controlando o habitat. Nossos resultados corroboram as principais predições do *Conceito dos Domínios de Processos* (PDC) que postula que as assembléias de peixes variam em função das características de hábitat locais e que a riqueza é diretamente proporcional à área da seção transversal, contrastando com as predições do *Conceito do Rio Contínuo* (RCC) que postula que as assembléias variam previsivelmente ao longo de um gradiente longitudinal.

Palavras Chave: assembléias de peixes, geomorfologia, Paraíba do Sul.

ABSTRACT

ESTILIANO, Eduardo Oliveira. **Fluvial geomorphology influences on fish assembleges in the Paraíba do Sul watershed**. Seropédica: UFRRJ, 2006. 47 p. Dissertation (Master Science in Environment and Forest Science) Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

Species-environment relationships are important to assess the biological patterns, mainly those related to spatial distribution, since species undergo seletive pressure along their evolutive history, which determine the success in colonizing habitats. In fluvial ecosystems the geomorphology can acts as a constraint for fish species distribution, by determining kinds and levels of habitats structuring to which species are associated. This work aims to address the relationship between fluvial geomorphology and fish assemblages from Paraiba do Sul watershed, in an attempt to explaining the underlying spatial assemblages distribution patterns. Additionally, we assess the use of two river classification systems, developed for temperate regions, to this case study. Thirty-seven sites along the watershed were sampled during the dry season (May-October) between 2003 and 2005. The rivers were classified in three size categories: small (1ª. to 3ª. Order), medium (4ª. to 6ª. order) , and larger (> 6ª. order), based in fluvial hierarchical classification scale. Fishes and geomorphological variables were sampled in a stretch of approximately 20 times the width for small and medium rivers, and in approximately 1 km for large rivers. Four fish assemblages were detected by cluster analysis and non-metric multidimensional scales – MDS; one dominated by *Tricomycterus immaculatum* and *Neoplecostomus microps,* corresponding to small and medium rivers from hillslopes, straigths, with high slopes and channel showing *bedrock, step-pool,* and *cascade*. The second, dominated by *Rhamdia quelen, Astyanax parahybae* and *Harttia loricariformis* and the third, by *Phalloceros caudimaculatus* and *Geophagus brasiliensis,* corresponding to meandering rivers, with low and moderated slopes, channels showing *pool-riffles*, non-entrenchment, with channels associated to floodpains areas. The fourth assemblages is dominated by *A. bimaculatus* and *Oligosarcus hepsetus*, which are widely distributed along all watershed; in the lower reaches *Loricariichthys spixii* occurs in high frequency as well as eurihalines marine species, corresponding to low and medium sinuosity rivers with low slopes, channels showing *pool-riffle, dune-ripple* and *braided,* large cross-section, flooplains well developed and bed formed by gravel and sand. Slope, entrenchetment and width-depth ratio were the main constraints controlling the habitat. Our results match the main predictions of the *Process Domain Concept* (PDC) which postulate that fish assemblages vary in response to local habitat characteristics and the richness is directly associtated to cross-section area, contrasting with the prediction of the *River Continuum Concept* which postulate that assemblages vary previsible along the longitudinal gradient.

Key words: fish assemblages, geomorphology, Paraíba do Sul.

1. INTRODUÇÃO

Torna-se cada vez mais evidente a necessidade de uma maior compreensão dos processos que governam o funcionamento dos ecossistemas fluviais, principalmente para a aplicação desse conhecimento no planejamento de projetos que afetam potencialmente os processos naturais de rios, como por exemplo, a construção de barragens, retificações no leito, entre outras obras, assim como em projetos de recuperação, proteção, e monitoramento de rios.

Existem diversos sistemas de classificação de rios, que visam simplificar as complexas relações entre os canais e suas bacias hidrográficas. Dentre estes sistemas de classificação, citam-se os de STRAHLER (1957), o *Sistema de Classsificação da Morfologia de Canais de* MONTGOMERY& BUFFINGTON (1993; 1997; e 1998) e o *Sistema de Classificação de Rios Naturais de ROSGEN* (1994). O sistema de STRAHLER baseia-se na hierarquia fluvial (ordem). O sistema de MONTGOMERY& BUFFINGTON baseia-se nas respostas dos canais aos processos fluviais (produção, transporte e deposição) e aos distúrbios (avalanches, deslizamentos, etc) que causam variações nestes processos naturais. A classificação de ROSGEN categoriza os rios com base na morfologia do canal, a partir de parâmetros geométricos e sedimentológicos.

VANNOTE et al. (1980), propuseram uma teoria de continuidade de rios, com a declaração do *Conceito do Rio Contínuo* (*River Continuum Concept*) ou RCC, que postula que a compreensão das estratégias e dinâmicas biológicas de um rio requer a consideração de um gradiente dos fatores físicos, formado pela rede de drenagem. De acordo com este conceito, as variáveis físicas dentro de um rio apresentam um gradiente contínuo, das cabeceiras para as planícies. No desenvolvimento de uma analogia biológica para o sistema físico, hipoteticamente deve-se assumir que a organização biológica em rios ajusta-se estruturalmente e funcionalmente aos padrões de dissipação de energia cinética no sistema físico. Muitos autores defendem a teoria do rio contínuo em seus trabalhos. BUNN & ARTHINGTON (2002) afirmam que o fluxo é o maior determinante do hábitat físico em rios, que por sua vez é o fator que mais influencia a composição biótica. ANGERMEIER & KARR (1983) associaram acréscimos à jusante, em volume e em complexidade de hábitat à composição e estrutura de assembléias de peixes, e à riqueza de espécies. SCHLOSSER (1987) desenvolveu um modelo longitudinal para assembléias de peixes em pequenos fluxos de águas quentes, onde associou mudanças em riqueza, densidade e composição de espécies para a jusante, a fluxos mais estáveis, aumentos em profundidade e diversidade de hábitat. ALLAN (1995) afirma que o RCC é uma tentativa de construção de uma abordagem (*framework*) simples e sintética para se entender a variação longitudinal dos ecossistemas fluviais.

STATZNER & HIGLER (1985) apresentaram um estudo de caso em que descartavam todas as predições do RCC, exceto o princípio primário: de que os sistemas fluviais são caracterizados por um gradiente das condições físicas que controlam a composição das comunidades aquáticas de pequenos riachos de cabeceiras para grandes rios com planícies de inundação.

MONTGOMERY (1999) propôs o “Process Domains Concept” ou PDC, em alternativa ao RCC, afirmando que o PDC fornece uma abordagem mais completa do que a do RCC, para a análise da influencia dos processos geomorfológicos em sistemas aquáticos, se baseado em uma hierarquia de escalas espaciais que refletem diferentes processos

geomorfológicos e controles na morfologia do canal (Figura 1). Domínios de processos são identificados como previsíveis áreas da paisagem, onde distintos grupos de processos geomorfológicos atuando em conjunto, determinam o tipo de hábitat físico, estrutura e dinâmicas dos rios.

O Conceito dos Domínios de Processos (PDC) afirma que sistematicamente e em escala de paisagem os padrões de distúrbios de processos exercem diferentes influências nos ecossistemas fluviais e riparianos (Quadro 1).

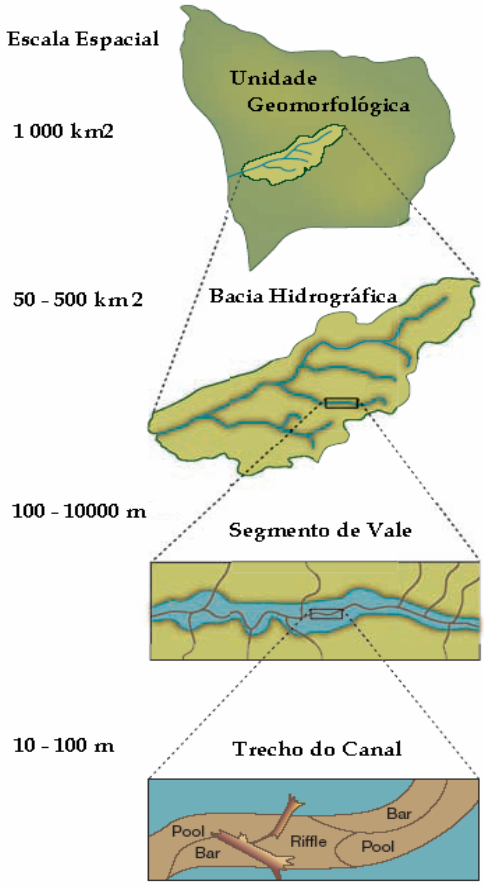


Figura 1. Ilustração da Hierarquia de escalas espaciais.

Quadro 1. Efeito da escala espacial nas influências geomorfológicas nos ecossistemas e os atributos biológicos mais afetados, de acordo MONTGOMERY(1999).

Escala Espacial	Influências Geomorfológicas	Atributos Biológicos
Unid. Geomorfológica/ Bacia hidrográfica	clima, topografia, geologia	Tipos de comunidades
Segmento de vale/ Trechos do canal	Fluxo de sedimentos, água, e M.O. (RCC) Domínos de Processos (PDC)	Composição de Comunidades e Abundância de Espécies

O conceito dos domínios de processos é defendido por RICE et al. (2001); e POOLE (2002), que afirmam que as relações longitudinais postuladas pelo RCC podem ser ocultadas por fatores locais. Os microhábitats ao longo do sistema lótico têm sido atribuídos como de grande importância na definição da ictiofauna. Fatores como condições de margens, existência de abrigos e tipo de substrato são determinantes da composição e estrutura da ictiofauna (HUGHES,1987; e RANKIN,1995). LAMMERT & ALLAN (1999) avaliaram a composição de assembléias de peixes, as características dos canais fluviais e o uso da terra nos arredores dos sítios, em uma bacia cuja matriz da paisagem é a agricultura, para determinar a condição biótica global para padrões de uso da terra e estrutura do canal. Concluíram que o uso da terra das proximidades do sítio de amostragem prediz melhor a condição biótica de rios do que o uso da terra regional, porém é menos importante do que as variáveis de hábitat local na explicação da variabilidade observada nas assembléias de peixes. Segundo POWER & DIETRICH (2002), os efeitos das confluências ao longo da rede de drenagem são uma fonte de descontinuidades longitudinais. Eles descreveram três principais efeitos, sendo eles: (1°) a rede de drenagem cria distintos pontos de injeção de água extra, sedimento, organismos ou matéria orgânica, e essa carga local pode criar ricos ambientes; (2°) nas confluências o contraste de condições ambientais possibilita aos organismos móveis explorarem novos ambientes; e (3°) a estrutura hierárquica da rede de drenagem atua como agente de separação espacial da ictiofauna, que quando realiza movimentos migratórios pode se dispersar através dos tributários. WALTERS et al. (2003), investigaram as relações entre a geomorfologia fluvial e a ictiofauna na bacia do rio Etowah, na Geórgia do Norte (EUA), correlacionando variáveis geomorfológicas e a relação delas para a heterogeneidade física e biológica dentro de uma rede de drenagem. Seus dados indicaram que quem mais influencia a diversidade de habitat é o grau de inclinação do canal (slope), e que a riqueza de espécies está diretamente ligada à área da seção transversal a calha do rio, resultados que contrastam com as predições do RCC e confirmam as predições do PDC, sugerindo ainda que esse último modelo fornece um contexto útil para a interpretação dos padrões ecológicos em rios de paisagens heterogêneas.

As relações espécie-ambiente são fundamentais para a explicação dos padrões de distribuição espacial das espécies, uma vez que os organismos tendem a buscar locais que ofereçam os atributos ambientais necessários a sua sobrevivência, desde fontes de alimentação até abrigos (POWER& DIETRICH, 2002).

Esse trabalho teve como objetivo analisar as possíveis relações existentes entre a geomorfologia fluvial e as assembléias de peixes da bacia do rio Paraíba do Sul, na tentativa de explicar os padrões de distribuição espacial; Testar as principais predições dos conceitos dominantes em ecologia de rios (RCC e PDC); e adicionalmente verificar se os sistemas de classificação de rios de MONTGOMERY& BUFFINGTON (1993; 1997; e 1998) e de ROSGEN (1994), podem ser aplicados ao rio Paraíba do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

2.1.1. Localização e Limites da bacia do rio Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul tem suas principais nascentes no Planalto da Bocaína, no Estado de São Paulo e só alcança seu exutório, em barra de Atafôna, município de São João da Barra-RJ, após percorrer cerca de 1100 Km de distância. A área de drenagem da bacia hidrográfica é de aproximadamente 55.300 km^2, situada entre os paralelos 20º 26’ e 23º 38’ sul, e os meridianos 41º 00’ e 46º 30’ oeste (Figura 2). O divisor de água ao norte da bacia do Paraíba do Sul se faz entre o rio Grande (bacia do Paraná) e rio Doce (sistema do leste brasileiro) por intermédio da Serra da Mantiqueira. Ao sul, a Serra do Mar separa a bacia do Paraíba do Sul de diversas outras pequenas bacias costeiras, que drenam diretamente para o Oceano Atlântico. Na região leste o isolamento da bacia do Paraíba do Sul se faz por meio de relevos montanhosos localizados entre a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar que separa este sistema do rio Itabapoana. A oeste o Paraíba do Sul apresenta divisores de água com o rio Tietê (bacia do Paraná), do qual é separado por meio de diversas ramificações dos maciços da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira. Este sistema lótico é um dos mais importantes da região sudeste, por sua localização entre os maiores centros industriais do país, tendo como conseqüência elevados níveis de utilização (ARAÚJO, 1996).

Figura 2. Bacia do rio Paraíba do Sul.

2.1.2. Geomorfologia da Bacia

O rio Paraíba do Sul ao longo de seu trajeto atravessa diferentes unidades geomorfológicas, ou seja, um arranjo de formas de relevo fisionômicamente semelhantes em seus tipos de modelados e podem ser tomadas como base de uma divisão fisiográfica quando considerada a interação dos elementos constituintes de sua paisagem como solo, clima e vegetação. Essas unidades geomorfológicas são pertencentes a dois grandes domínios morfoestruturais: a Faixa de Dobramentos Remobilizados e o domínio dos Depósitos Sedimentares (RADAM, 1984).

Tornou-se clássico um transecto geomorfológico que se estende da Mantiqueira à serra do Mar. Mais importante, porém, do que os altos e baixos da topografia, é a sucessão espacial das faixas de ecossistemas dessa compartimentada região brasileira. Nos altos da Mantiqueira, bosques de araucária. Nas escapas da grande serra, florestas tropicais diferenciadas do piemonte para a cimeira do "front dissecado de blocos falhados". Nos setores mais tabuliformes das colinas da chamada bacia de Taubaté – depressão intermontana do médio vale do Paraíba – acontece um complexo típico de cerrados (São José dos Campos). Depois, no Planalto Atlântico paulista na zona dos vales dos rios Paraitinga e Paraibuna surgem "mares mortos", outrora totalmente florestados e hoje bastante desmatados, ocupados por pequenas fazendas, sítios e sitiocas. Triste cenário pós-ciclo do café (AB'SÁBER, 2006).

2.1.2.1. A faixa de dobramentos remobilizados

Este domínio é caracterizado por evidências de movimentos crustais, com marca de falhas, deslocamento de blocos e falhamento transversal, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual. Este controle estrutural pode ser evidenciado pela observação das extensas linhas de falhas, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes, que por sua vez atuaram sobre as antigas falhas. Apesar dos processos morfoclimáticos atuando em todo o conjunto, são mantidos os traços das estruturas primárias. O domínio está representado na área estudada por três regiões geomorfológicas, a saber: Escarpas e Reversos da Serra do Mar, Mantiqueira Meridional, e Vale do Paraíba do Sul (ROSA, 1995, RADAM,1985).

A região das Escarpas e Reversos da Serra do Mar apresenta seu quadro morfológico relacionado aos efeitos de um tectonismo regional e de sucessivas fases erosionais. Trata-se de uma área resultante de dobramentos, reativações de falhas e remobilização de blocos. A topografia reflete esses condicionamentos geológicos predominantes, e em toda sua extensão são registrados vales alongados, segmentos de drenagem retilíneos, linhas de cristas e de cumeadas paralelas, relevos com grandes desníveis altimétricos e escarpas íngremes (RADAM,1985).Três das quatro unidades geomorfológicas que compõem esta região estão representadas na área de estudo: Planalto do Paraitinga-Paraibuna, Planalto da Bocaina, e Serra dos Órgãos.

A região da Mantiqueira Meridional apresenta relevo influenciado por intenso tectonismo, com soerguimentos de blocos e falhamentos, dispostos no sentido NE-SO. Essa região apresenta altitudes que variam de 900 m, na área ao norte do rio Preto, até 2787 m

no pico das Agulhas negras. Ocupa a posição de grande divisor de água das bacias dos rios Grande, Paraíba do Sul, Piracicaba e Tietê. Formada pelos planaltos de Campos do Jordão e de Itatiaia (RADAM,1985).

E por fim a região do Vale do Paraíba do Sul encontra-se entre as Regiões dos Planaltos da Mantiqueira Meridional e Setentrional, e das Escarpas e Reversos da Serra do Mar. Nessa região ocorrem altimetrias que vão de aproximadamente 100 m, nas margens do rio Paraíba do Sul, a 1 250 m, nos topos das cristas. Contudo, apresenta-se bem caracterizada como uma ampla região deprimida com relação aos planaltos circundantes, em que as altimetrias ultrapassam os 2 500 m. Neste extenso vale instalou-se a drenagem atual do rio Paraíba do Sul, que apresenta um leito meândrico em seu curso médio-superior, passando a calha retilinizada no seu curso médio inferior, onde corta área estrutural entre alinhamentos serranos. Foram identificadas nessa região as unidades geomorfológicas: Depressão do Médio Paraíba do Sul, Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul e Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé. Como características fundamentais da presente região, a Depressão do Médio Paraíba do Sul ocorre sobre estrutura de *graben*, enquanto nos Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul predomina uma estrutura de falhas e dobras, refletindo um relevo do tipo apalachiano. Na Depressão Escalonada dos rios Pomba-Muriaé a drenagem contribui de modo mais efetivo para seu alargamento e a atuação da estrutura é menos marcante (RADAM,1985).

Para alguns autores na região da Depressão do Médio Paraíba do Sul, na bacia de Taubaté havia outrora um grande lago, baseados na hipótese levantada por WASHBURNE que propôs pela primeira vez a existência de um pacote inferior de origem lacustrina, de natureza pelítica, e outro superior, de origem fluvial, mais heterogêneo nos depósitos sedimentares. Hipótese essa muito questionada.

Seja com ou sem um lago, o que se sabe é que a bacia de Taubaté ocupa o vale do rio Paraíba, no Estado de São Paulo, entre a serra do Mar e a serra da Mantiqueira, estando separada por um alto estrutural da bacia de Resende. Possui uma forma alongada, mede 170 km no sentido SO-NE e sua largura máxima é de 20 km, entre Caçapava e Pindamonhangaba, constituindo-se na maior área sedimentar terciária sobre terrenos cristalinos do Planalto Atlântico.

2.1.2.2. Domínio dos depósitos sedimentares

Formado por conjuntos de depósitos sedimentares e coluviais representados por sedimentos continentais do Grupo Barreiras e da Formação Macacu, atribuídos ao Terciário Superior e ao Quartenário, e por sedimentos de origens marinha, fluvial, fluviomarinha, lacustre, eólica e coluvionar acumulados durante o Quaternário. Nesse domínio, dentro da área de estudo encontra-se a Região das Planícies costeiras, região onde as características geomorfológicas refletem a diversidade de ambientes e processos genéticos e evolutivos que resultaram em dois subsistemas principais: Unidade Planícies Litorâneas e Delta do Paraíba do Sul (RADAM,1985).

2.1.2.3. As unidades geomorfológicas que formam a bacia

Nas regiões planálticas da bacia do rio Paraíba do Sul, formadas pelos Planaltos da Bocaina (PB), do Paraitinga-Paraibuna (PPP), de Campos do Jordão (PCJ), e de Itatiaia (PI), e na Serra dos Órgãos (SO), se encontram as cabeceiras de drenagem, que se desenvolvem no domínio das encostas e apresentam topografia côncava sobre as quais se originam ou avançam cabeças de canais. Nesse trecho a altitude pode variar de 700 m no planalto do Paraitinga-Paraibuna até mais de 2 700 m no planalto de Itatiaia. A Depressão do Médio Paraíba do Sul (DMPS) é caracterizada por sua natureza sedimentar, seu baixo gradiente (0,49 %), onde o rio Paraíba do Sul apresenta uma enorme planície de inundação com a formação de grandes meandros, que no passado, antes das obras de retificação do leito e drenagem das várzeas, apresentava inúmeras lagoas marginais e meandros abandonados. Os Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (ALI) são caracterizados por suas feições que refletem um alto controle estrutural com falhas e fraturas dispostas no sentido NE - SO. A morfologia é representada por colinas convêxo-côncavas, sulcos estruturais, cristas e escarpas erosivas. Litologicamente esta unidade encontra-se inserida no Grupo Paraíba do Sul. A Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé (DEPM), apresenta um relevo escalonado, com cotas altimétricas que oscilam entre 100 e 700 m, à medida que se aproxima da serra da Mantiqueira. A rede de drenagem é representada pelas bacias do rio Pomba e Muriaé. Ambos apresentam suas cabeceiras na serra da Mantiqueira, abrindo extensa depressão, com acelerada erosão remontante nas suas cabeceiras. E por fim o Delta do Paraíba do Sul (DELTA), o complexo deltaico corresponde a um conjunto de ambientes sedimentares relacionados principalmente a fase de progradação costeira. O regime fluvial, as ações marinhas, e o comportamento tectônico foram os fatores que mais influenciaram nessa deposição.Esses fatores em conjunto forçaram uma progradação da linha de costa por mais de 30 km e a mudança no curso do rio em direção norte (RADAM,1985).

Essas unidades geomorfológicas estão ilustradas no mapa a seguir (Figura 3), onde a bacia do rio Paraíba do Sul é apresentada subdividida em onze unidades geomorfológicas, conforme a classificação do projeto RADAMBRASIL (1985), e nas figuras 4 e 5.

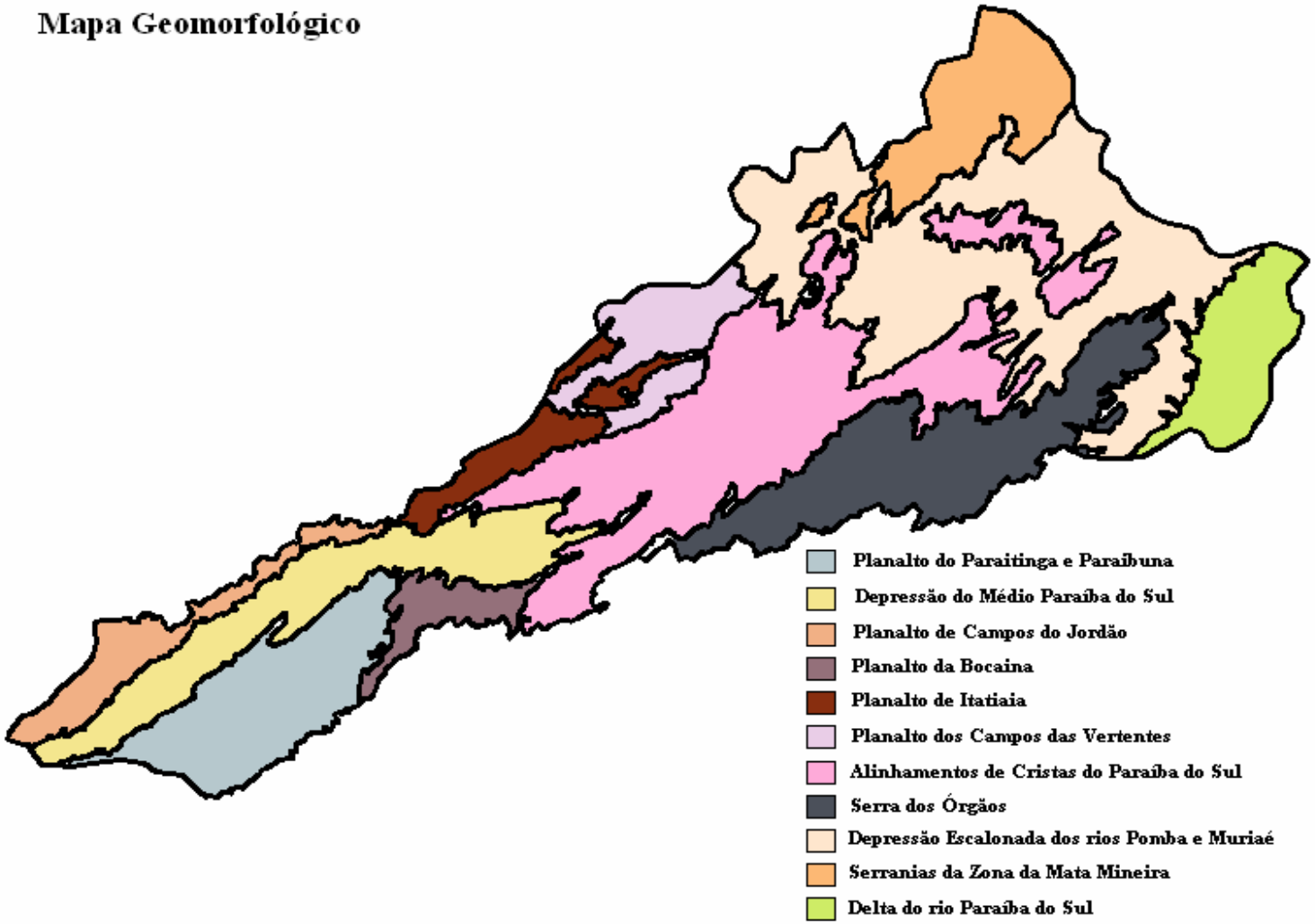


Figura 3. Mapa Geomorfológico da bacia do rio Paraíba do Sul, adaptado de RADAM (1985).

Figura 4. Planalto da Bocaina (A), Planalto do Paraitinga e Paraibuna (B), Planalto de Campos do Jordão(C), e Planalto de Itatiaia (D).

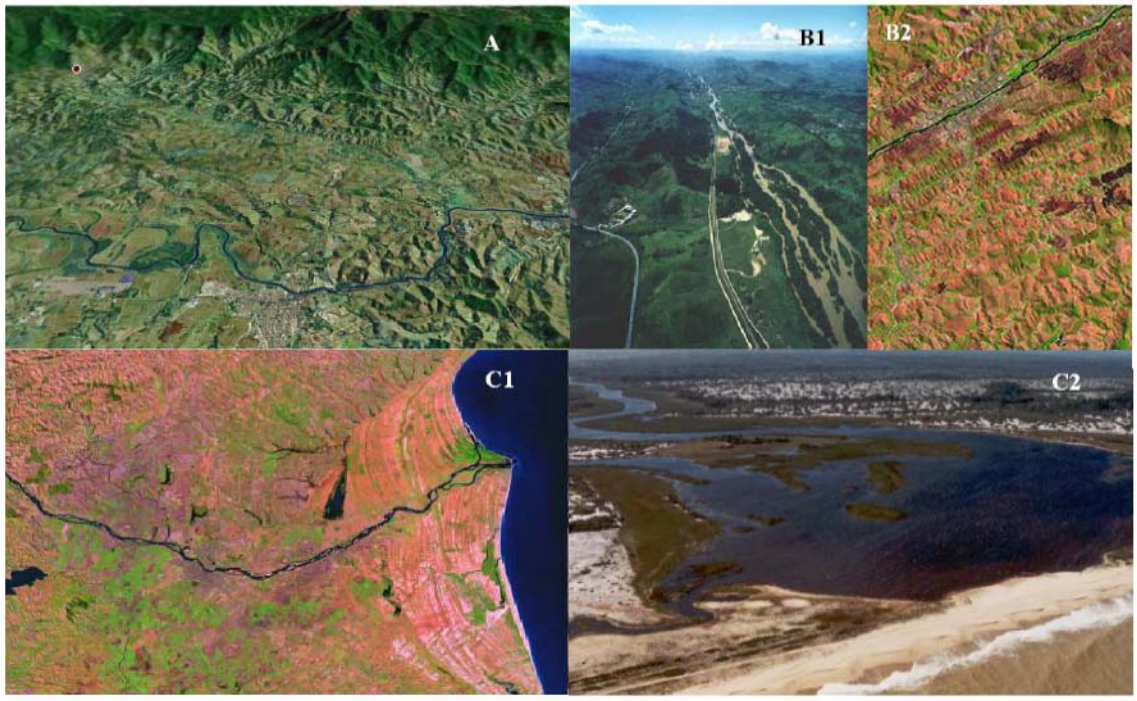


Figura 5. Depressão do Médio Paraíba do Sul (A), Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul (B1 e B2), Delta do Paraíba do Sul (C1 e C2).

Todos o dados utilizados nesse projeto, foram coletados no período compreendido entre maio e setembro dos anos de 2003, 2004, e 2005 referentes às amostragens de campo. Os peixes foram identificados com base literatura especializada e consulta a especialistas.

2.2. Os Sítios de Amostragem

Principais tributários amostrados:
- Na Serra da Bocaina: córrego da Serra, rio dos Macacos, rio Paraitinga, rio Paraibuna, rio da Capetinga, rio Itagaçaba, rio da Bocaina, e Córrego do Sapé;
- Na Serra da Mantiqueira: rio Buquira, rio Piaguí, rio Brejetuba, rio do Passa-Vinte, rio da Cruz, rio da Ponte Preta, rio Preto, rio Paraibuna Mineiro, e rio Pirapetinga;
- Outros tributários do trecho inferior da bacia: rio Pomba, rio Grande, rio do Colégio e rio Muriaé.

Amostragens no canal principal:
- Foram realizadas amostragens nos municípios de: Paraibuna-SP, São José dos Campos-SP, Cachoeira Paulista-SP, Barra Mansa-RJ, Volta Redonda-RJ, Três Rios-RJ, Anta-RJ, Sapucaia-RJ, Além Paraíba-MG, São Fidélis-RJ, Italva-RJ, Campos-RJ e São João da Barra-RJ.

Obs: Foram amostrados 49 sítios no total, porém 6 sítios muito urbanizados e 6 sítios amostrados somente no período de cheias não foram incluídos nas análises.

2.3. Amostragens de Peixes

No período de amostragens foram realizadas excursões mensais a campo para captura dos peixes, para isso foram utilizados equipamentos de pesca convencionais (tarrafa; peneira; picaré; e redes de espera), essas amostragens foram padronizadas por:
- 21 redes de espera (7 pequenas com malha de 2,5 cm entre nós, 7 médias com malha de 5 cm entre nós, e 7 grandes com malha de 10 cm entre nós), todas com 30 metros de comprimento e 2 metros de altura. Essas redes eram armadas no fim da tarde em grupos de 3 (pequena, média, e grande) e recolhidas 12 horas depois;
- 100 lances de tarrafa, com diâmetro de 3 m e malha 2 cm entre nós; e
- 100 peneiradas, a peneira possuindo diâmetro de 80 cm e malha de 1 mm.

Esperando-se com isto, determinar os padrões de ocorrências associados com as condições ambientais do rio para se tentar traçar um padrão que possa determinar as distribuições das assembléias de peixes e associá-las com as variações ambientais que ocorrem neste ecossistema ao longo do seu perfil longitudinal.

Obs: nos tributários de pequeno porte (1° a 3° ordens), por serem muito estreitos e rasos, ao invés das redes de espera foi utilizada a pesca elétrica com gerador de corrente alternada (900 W, 240 V, 1-2 A), sendo mantidas as tarrafadas e peneiradas, porém, devido a eficiência da pesca elétrica na captura de peixes o período de amostragem em cada tributário foi de 2 horas e meia.

2.4. Avaliação da Geomorfologia Fluvial dos Sítios de Amostragem

Três sistemas de classificação de rios, em diferentes escalas espaciais, foram utilizados para agrupar os sítios. Os rios foram classificados quanto ao tamanho, pelo sistema classificação de STRAHLER (1957) (Anexo I), através da utilização de cartas topográficas do IBGE, em escala de 1:50000. Os rios de primeira a terceira ordem foram considerados pequenos, rios de quarta a sexta ordem foram considerados médios e rios maiores que sexta ordem foram considerados rios grandes. Os rios foram classificados, quanto a geomorfologia fluvial, por dois sistemas: O *Sistema de Classificação da Morfologia de Canais de MONTGOMERY & BUFFINGTON* (1993;1997; e 1998) (Anexo II) e o *Sistema de Classificação de Rios Naturais de ROSGEN* (1994), este último utilizando apenas os níveis I e II (Anexo III).

2.5. As Variáveis

Foram tomadas as seguintes variáveis geomorfológicas, as quais foram utilizadas na classificação pelo sistema de ROSGEN, bem como nas análises estatísticas:

- ***Largura***: A mensuração da largura foi feita com auxílio de uma trena de 50 m, e foram mensuradas as larguras em condição de *débito de margens plenas (bankfull discharge)*, definido como o débito que preenche, na medida certa, o canal fluvial, e acima do qual ocorrerá o transbordamento, e em nível de *máxima de vale* (medida a duas vezes a profundidade máxima), nos trechos muito largos as mensurações foram feitas nas pontes próximas aos pontos (Figura 6);
- ***Profundidade***: Profundidade foi obtida com a utilização de sonda ecobatimétrica (especificações) nos pontos com mais de um metro de profundidade e com o auxílio de régua com escala de decímetro, e as mensurações foram realizadas ao longo de perfis transversais à calha rio, obtendo-se assim as profundidades média e máxima (Figura 6);

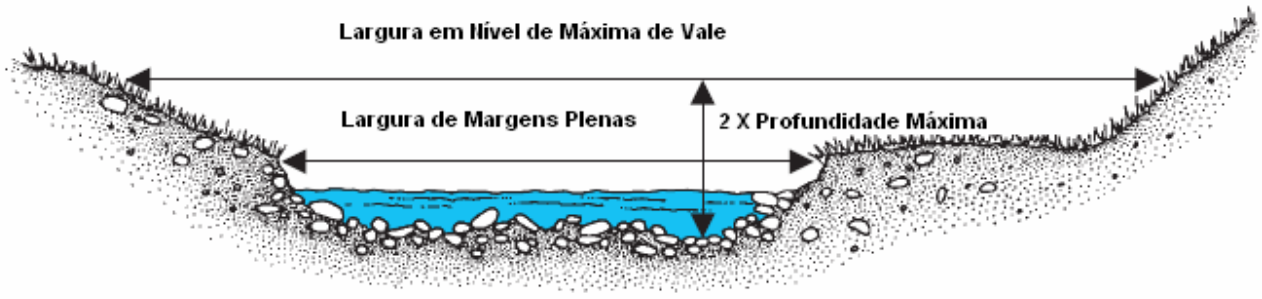


Figura 6. Larguras mensuradas na seção transversal da calha do rio.

- ***Gradiente, Declíve ou Slope***: O gradiente da superfície da água foi mensurado com o auxílio de um relascópio de Bitterlich da marca Spiegel, de fabricação austríaca; onde o observador fazia leituras diretas do gradiente com o auxilio do relascópio e de uma baliza

com marcação da altura visual do observador e localizada entre 50 e 100 metros do observador, dependendo do campo visual;
- ***Tipos de Substrato***: A caracterização do substrato foi feita empiricamente, através da estimativa do tipo de sedimento predominante no leito, conforme o sistema de ROSGEN (1994);
- ***Razão de entalhamento ou entrincheiramento***: Razão entre a largura de máxima de vale e a largura de margens plenas, expressa o grau de entrincheiramento ou entalhamento do canal. Quanto mais próximo de 1 o resultado, mais entalhado é o rio;
- ***Razão largura - profundidade***: Razão entre a largura de margens plenas e a profundidade média; e
- ***Área da seção transversal***: Largura de margens plenas multiplicada pela profundidade média.

2.6. Tratamento de Dados

Foram analisadas as variações espaciais na distribuição e abundância das assembléias de peixes utilizando Captura por Unidade de Esforço (CPUE) como indicador da Abundância relativa. Padrões espaciais das variáveis ambientais e dos dados bióticos (Abundância dos peixes) foram investigados através das análises de agrupamento (Cluster hierárquico) e da técnica de ordenação multidimensional não métrica (MDS). Para isto, utilizou-se o pacote estatístico PRIMER, versão 4.0 (Plymouth Marine Laboratory, Inglaterra). Com essa ordenação o grau de correspondência entre os pontos é dado por um valor denominado stress. Valores de stress:

> ***0,2*** – indica que os pontos estão dispostos ao acaso;

< ***0,2*** – indica uma ordenação aceitável; e

< ***0,1*** – indica uma boa ordenação.

Antes da realização dessas análises, foram selecionadas as espécies que apresentaram uma contribuição numérica superior a 1 % da captura total. Os valores da Abundância numérica dos peixes foram previamente transformados pela raiz quarta, antes das análises estatísticas, e a matriz de similaridade foi gerada através do índice de similaridade de Bray-Curtis, obtendo-se a clusterização através do método completo de agrupamento (ROMESBURG, 1984; JOHNSON & WICHERN, 1992). Foi aplicado o teste ANOSIM para comparação das matrizes triangulares formadas pelos grupos, sendo utilizada "a posteriori" a análise de percentagem de similaridade (SIMPER) para identificar quais espécies foram as principais responsáveis pelas similaridades dentro de cada grupo e para as dissimilaridades entre esses grupos (espécies mais discriminantes) (CLARKE & WARWICK, 1994).

Relações entre área da seção transversal à calha do rio e a riqueza de espécies foram avaliadas através de regressão linear simples e correlação, utilizando o *Microsoft Excel*.

Padrões das variáveis geomorfológicas foram determinados através da técnica de ordenação Análise de Componentes Principais (PCA), tendo-se utilizado os dois primeiros eixos que explicam a maior parte da variância. A transformação logarítmica (Log_{10}) foi utilizada para a razão de entalhamento, área da seção transversal, e razão largura-profundidade. Os valores do gradiente (slope) foram agrupados em quatro classes (0-2; 2-4; 4-10; e >10%) e receberam pesos variando de 1 a 4, respectivamente. A sinuosidade foi agrupada em 3 classes (baixa, moderada e elevada), e receberam os pesos de 1 a 3, respectivamente. O material de fundo foi classificado em seis classes de tamanho (Quadro

2), e receberam pesos de variando de 1 a 6, com o valor 1 correspondendo ao fundo rochoso e o 6 ao fundo composto por silte e argila.

Quadro 2. Classes diamétricas do material do leito (ROSGEN, 1994).

Material do Fundo	(mm)
1 = Rocha	> 2048
2 = Matacões	256 - 2048
3 = Blocos	64 - 256
4 = Cascalho	2 - 64.
5 = Areia	0,062 - 2
6 = Silte e argila	< 0,062

Relações espécies-ambientes foram estudadas através da Análise de Correspondência Canônica (CCA), aplicada sobre os dados de Abundância das espécies transformados pela raiz quarta (TER BRAAK,1986).

3. RESULTADOS

3.1. Sistemas de Classificação

Os resultados da classificação dos rios são apresentados na Tabela 1, com os sítios sendo apresentados no sentido de nascentes para o exutório, considerando o rio Paraíba do Sul como referência.De acordo com o sistema de STRAHLER, dos 37 sítios amostrados, 9 são pequenos, 13 são médios, e 15 são grandes.

Segundo o sistema de ROSGEN, na bacia do rio Paraíba do Sul, nas porções mais aplainadas dos planaltos os tipos de rios que predominam são os tipo C e E, que são caracterizados por apresentarem pequenos gradientes, elevadas sinuosidades, e fundo móvel. Nas escarpas dos planaltos predominaram os tipos A e B, caracterizados por elevados gradientes, canais relativamente retos, e fundo estável. Já na Depressão do Médio Paraíba do Sul, os rios são predominantemente tipo C. Entrando nos Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul o rio muda completamente de configuração, passando a apresentar um formato retilíneo, leito rochoso com forte condicionamento pelas paredes do vales, e moderado gradiente de inclinação do leito, passando os rios a serem do tipo B. Saindo do Alinhamento o rio Paraíba penetra na Depressão Escalonada do Pomba e Muriaé,

na região de Itaocara-RJ, onde devido ao aumento do volume de água após o exutório do rio Pomba e associado ao fim do condicionamento pelas paredes do vale e à redução abrupta do gradiente, o rio Paraíba do Sul aumenta bruscamente de largura e passa a apresentar grandes depósitos fluviais, típicos de rios tipo D, caracterizados por baixos gradientes, canais relativamente retos, fundo móvel. Por fim o rio entra no Delta, sua conectividade lateral aumenta e na região de Campos-RJ ocorre à formação de diversas lagoas, que no período das cheias se comunicam com o rio Paraíba do Sul. E seguindo adiante, com a proximidade do exutório, na região de São João da Barra-RJ, o canal começa a apresentar depósitos sedimentares cada vez maiores, passando o rio a ser do tipo DA, com canal anastomosado.

Conforme o sistema de classificação MONTGOMERY foi possível se fazer o seguinte zoneamento em macro-escala da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul:

- *Zonas de cabeceiras* ou *fonte* ou *produção*: Composta basicamente pelas regiões planálticas e pela Serra dos Órgãos, onde predominam vales coluviais e planícies, com canais tipo *Coluvial*, *Meândrico* (Pool-Riffle), e *Dunas e Ondulações* (Dune-Ripple). (Domínios: de Cabeceiras e Fluviais);

- *Zonas de transporte* ou *transferência*: Composta pelas escarpas dos planaltos e da Serra dos Órgãos, e pelo Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul, onde predominam canais tipo *Leito rochoso* (*Bedrock)*, Degraus (*Step-Pool)*, e *Cascata* (*Cascade).* (Domínios: das Encostas Escapadas e das Corredeiras); e

- *Zonas de resposta* ou *afloramento*: Composta pela Depressão do Médio Paraíba do Sul e Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé, e pelo Delta, onde predominam canais tipo *Meândrico* (*Pool-Riffle)*, *Dunas e Ondulações (Dune-Ripple)*, e *Anastomosado* (*Braided).* (Domínios: Fluviais).

Os trechos retilíneos dos rios das escarpas de planalto funcionam como vias de transporte de sedimentos das regiões planálticas para a Depressão do Médio Paraíba do Sul, assim como o rio Paraíba do Sul no Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul funciona como via de transporte de sedimentos da Depressão do Médio Paraíba do Sul para o Delta.

Tabela 1. Resultado da classificação dos sítios de amostragem**:**

Local	Rio	Sítio	Unid.Geomorf.	Strahler	Rosgen	Montgomery
Silveiras	Córrego da Serra	1	PB	P	A1	SP
Silveiras	Paraitinga	2	PB	P	C5	DR
Silveiras	Córrego da Capetinga	3	PPP	P	E5	PR
Silveiras	Paraitinga	4	PPP	M	E5	PR
Silveiras	Paraitinga	5	PPP	M	C1	CAS
Silveiras	Córrego dos Macacos	6	PPP	P	E2	PR
Silveiras	Paraitinga	7	PPP	M	C5	PR
Silveiras	Bocaina	8	PPP	P	E5	PR
Cachoeira Paulista	Bravo	9	PPP	P	E5	PR
Cunha	Mato Dentro	10	PPP	P	E5	PR
Natividade da Serra	Paraibuna	11	PPP	M	C2	PR
São Luis do Paraitinga	Paraitinga	12	PPP	M	C5	PR
Paraibuna	Paraíba do Sul	14	PPP	G	B2	CAS
São José dos Campos	Paraíba do Sul	15	DMPS	G	C5	PR
Monteiro Lobato	Buquira	16	PCJ	M	C5	PR
Guaratinguetá	Piaguí	17	DMPS	M	C5	DR
Cachoeira Paulista	Paraíba do Sul	20	DMPS	G	C5	DR
Silveiras	Córrego do Sapé	21	DMPS	P	C5	PR
Areias	Itaguaçaba	22	PPP	P	C3	BP
Cruzeiro	Brejetuba	23	PCJ	M	A1	BR
Cruzeiro	Passa-Vinte	24	PCJ	M	C3	PR
Queluz	Cruz	26	DMPS	M	F2	BP
Itatiaia	Ponte Preta	27	PI	M	A1	BR
Barra Mansa	Paraíba do Sul	29	DMPS	G	C5	DR
Rio das Flores	Preto	33	ALI	G	C5	PR
Levi Gasparian	Paraibuna Mineiro	34	ALI	G	B1	BR
Três Rios	Paraíba do Sul	35	ALI	G	D5	DR
Anta	Paraíba do Sul	38	ALI	G	B1	BR
Sapucaia	Paraíba do Sul	39	ALI	G	B1	BR
Além Paraíba	Paraíba do Sul	40	ALI	G	D5	DR
Pirapetinga	Pirapetinga	41	ALI	M	C5	PR
São Fidélis	Dois Rios	44	DEPM	G	D5	DR
São Fidélis	Paraíba do Sul	45	DEPM	G	D5	DR
São Fidélis	Colégio	46	DEPM	M	C5	PR
Italva	Muriaé	47	DEPM	G	D5	DR
Campos	Paraíba do Sul	48	DELTA	G	D5	DR
São João da Barra	Paraíba do Sul	49	DELTA	G	DA	BRA

* *PB (Planalto da Bocaina), PPP (Planalto do Paraitinga e Paraibuna), PCJ (Planalto de Campos do Jordão), PI (Planalto de Itatiaia), DMPS (Depressão do Médio Paraíba), DEPM (Depressão Escalonada do Pomba e Muriaé), ALI (Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul), e DELTA (Delta do Paraíba do Sul);*

* *P (Pequeno), M (Médio), e G (Grande);*

* *A,B,C,D,E,F, e G: Classificação pelo sistema de classificação de rios naturais de Rosgen; e*

* BR (Bedrock), SP (Step-Pool), CAS (Cascade), PR (Pool-Riffle), DR (Dune-Ripple), BP (Bed-Plane), e BRA (Braided);

3.2. Assembléias de Peixes

Foi capturado um total de 4764 peixes, 29 famílias, 48 gêneros, e 73 espécies, porém só as 34 espécies mais abundantes (acima de 1% do número total de peixes) foram utilizadas nas análises. A lista de espécies e a tabela de abundâncias relativas encontram-se em anexo (anexos IV,V, e VII).

Quatro grupos (assembléias) foram identificados pela análise de agrupamento, com "*rank*" de similaridade abaixo 600. A utilização do "*rank*" de similaridade é uma recomendação do programa, para facilitar a comparação com o MDS (Figura 7). O primeiro grupo (A) foi constituído pelas amostras exclusivamente de rios de escarpas de planalto; o segundo grupo (B) foi predominado por amostras de planalto, com apenas duas exceções (amostras 21 e 22) de casos localizados na depressão do médio Paraíba do Sul. O terceiro grupo (C) também, similarmente ao grupo B, compreendeu amostras de rios de planaltos, enquanto o quarto grupo (D) foi formado por amostras das porções médias e inferiores da bacia.

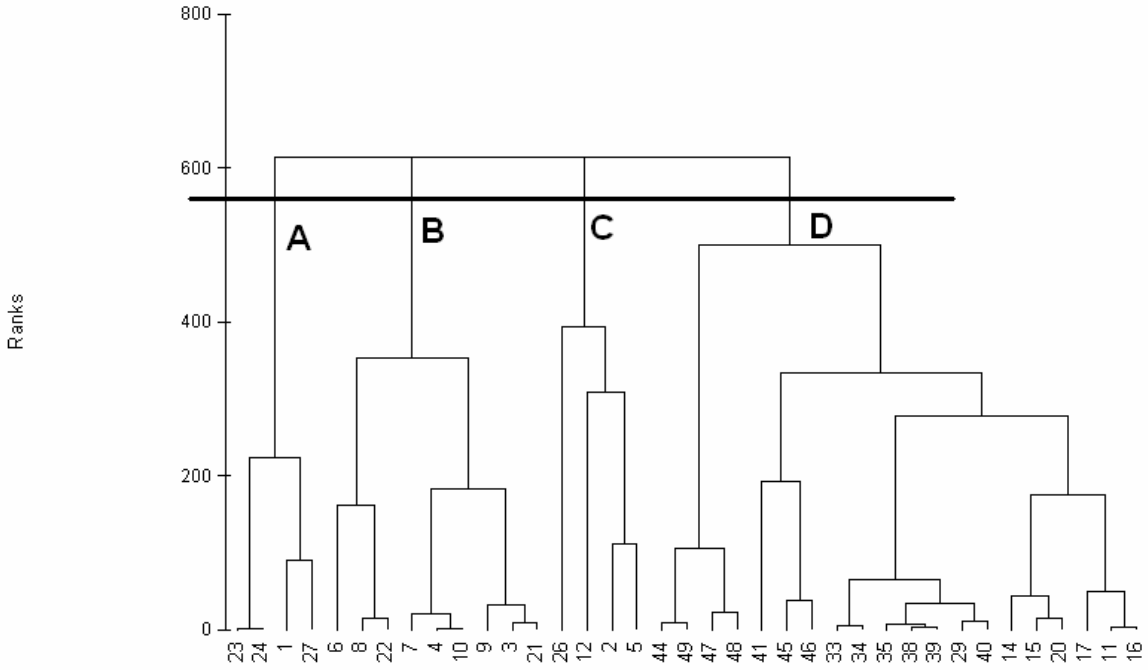


Figura 7. Dendrograma dos sítios de amostragem no espaço das espécies.

A ordenação não paramétrica MDS apresentou um padrão aceitável de separação das amostras, indicado pelo estresse de 0,14. Tais resultados coincidiram proximamente com os quatro grupos formados na análise de agrupamento. Ao longo do eixo I foram detectados três padrões bem definidos, com as amostras do grupo A se localizando na extremidade esquerda do diagrama, dos grupos B e C, no centro, e do grupo D, na extremidade direita, apresentando uma separação entre os grupos A, e D e B (Figura 8). O eixo II apresentou a separação do grupo B, na parte inferior do diagrama e do grupo C, na parte superior.

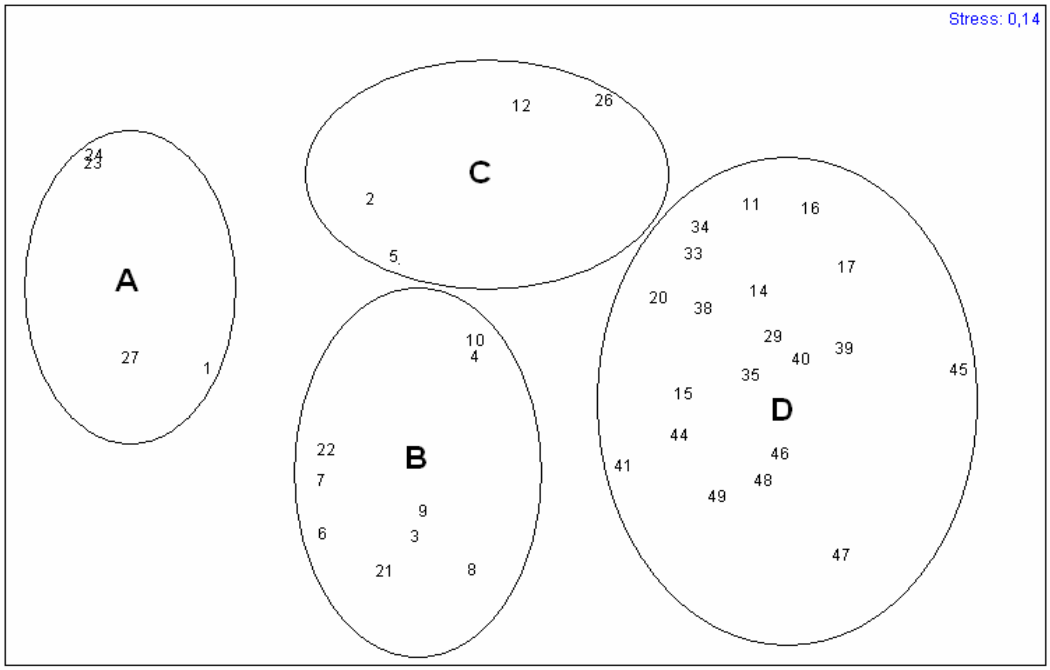


Figura 8. Ordenação pelo método MDS sobre a Abundância numérica das 34 mais numerosas espécies de peixes, na bacia do rio Paraíba do Sul. Círculos indicando os grupos formados pela análise de agrupamento. Os números representam os sítios de amostragem.

A comparação das matrizes de similaridade entre os grupos apresentou diferenças significativas, conforme o teste ANOSIM (R= 0,885; Tabela 2).

Tabela 2. Resultados do teste de comparação das matrizes de similaridade entre os grupos (ANOSIM).

Grupos	R-Estatístico	Nível de Signif. %	Permutações possíveis	Permutações atuais
A, C	0,677	2,9	35	35
A, B	0,886	0,1	715	715
A, D	0,999	0,1	10626	999
C, B	0,632	0,4	715	715
C, D	0,875	0,1	10626	999
B, D	0,913	0,1	10015005	999

R global: 0,885.

Através da análise de similaridade de percentagens (SIMPER) observou-se uma maior similaridade (50,19 %) nas amostras do grupo A, com as espécies *Trichomycterus immaculatus, Neoplecostomus microps,* e *Harttia loricariformis* apresentando maior contribuição para definição do grupo. O grupo B apresentou similaridade de 47,28 %, com maior contribuição das espécies *Phalloceros caudimaculatus, Geophagus brasiliensis, Astyanax scabripinnis, Taunaya bifasceata, Astyanax* sp. 3, *e Rhamdia quelen*. A dissimilaridade média entre esses dois grupos foi de 82,44 %, principalmente devido a diferenças na ocorrência das espécies *T. immaculatus, G. brasiliensis, e P. caudimaculatus*. O grupo C apresentou uma similaridade entre as amostras de 28,56 %, com maior contribuição para *R. quelen, Astyanax parahybae, H. loricariformis, Oligosarcus hepsetus,*

T. bifasceata, *P. caudimaculatus*; este grupo apresentou grande similaridade com o grupo B. O grupo D apresentou uma similaridade média de (43,56 %), devido principalmente a contribuição das espécies *Astyanax bimaculatus, O. hepsetus, Hypostomus affinis, G. brasiliensis, Hoplias malabaricus, Hoplosternum littorale, A. paraybae, Leporinus copelandii, Eigenmannia virescens, Pimelodus maculatus, Tilapia rendalii, Hypostomus luetkeni, Crenicichla lacustris, Glanidium albescens* e *Cyphocharax gilbert* (Tabela 3). A dissimilaridade média entre o grupo D e o A foi de (97,73%), e entre os grupos D e B foi de (83,14 %), devido principalmente a diferenças na ocorrência das espécies *T. immaculatus*, e *T. bifasceata*, e das espécies *Loricariichthys spixii, Prochilodus lineatus,* e *C. lacustris*. (Tabela 4).

Tabela 3. Resultados da análise de percentagem de similaridade (SIMPER) dos 4 grupos formados pela análise de agrupamentos. Espécies indicadas pelos três primeiras letras dos respectivos nomes científicos.

Similaridade média do grupo A: 50,19

Espécies	Abund.Méd.	Sim.Méd.	Sim/DP	Contrib%	Cum.%
TRICIMM	12,00	28,88	3,28	57,54	57,54
NEOMIC	1,00	11,97	0,89	23,84	81,38
HARLOR	0,50	4,80	0,41	9,56	90,95

Similaridade média do grupo B: 28,56

Espécies	Abund.Méd.	Sim.Méd.	Sim/DP	Contrib%	Cum.%
RHAQUE	6,50	9,64	5,56	33,78	33,78
ASTPAR	11,75	6,37	0,88	22,32	56,09
HARLOR	6,25	6,23	0,85	21,82	77,91
OLIHEP	3,75	1,63	0,41	5,72	83,64
TAUBIF	0,50	1,58	0,41	5,54	89,18
PHACAU	15,50	1,58	0,41	5,54	94,72

Similaridade média do grupo C: 47,28

Espécies	Abund.Méd.	Sim.Méd.	Sim/DP	Contrib%	Cum.%
PHACAU	41,56	19,83	2,79	41,94	41,94
GEOBRA	23,11	12,21	1,43	25,82	67,75
ASTSCA	5,67	3,25	0,59	6,88	74,63
TAUBIF	2,22	2,78	0,60	5,89	80,52
ASTSP3	4,00	2,74	0,43	5,80	86,32
RHAQUE	1,56	2,60	0,59	5,49	91,82

Similaridade média do grupo D: 43,56

Espécies	Abund.Méd.	Sim.Méd.	Sim/DP	Contrib%	Cum.%
ASTBIM	13,55	6,79	3,46	15,59	15,59
OLIHEP	16,55	5,82	2,21	13,36	28,95
HYPAFF	3,05	3,72	1,15	8,54	37,49
GEOBRA	16,95	3,58	1,03	8,21	45,71
HOPMAL	1,50	3,05	1,02	6,99	52,70
HOPLIT	8,30	2,73	0,67	6,27	58,97
ASTPAR	5,20	2,14	0,69	4,92	63,89
LEPCOP	2,75	2,00	0,70	4,60	68,48
ENGVIR	2,40	1,87	0,71	4,28	72,77
PIMMAC	13,65	1,80	0,60	4,13	76,89
TILREN	14,45	1,33	0,52	3,04	79,93
HYPLUE	7,40	1,20	0,46	2,75	82,69
CRELAC	2,35	1,18	0,45	2,70	85,38
GLAALB	10,30	1,11	0,45	2,54	87,93
CYPGIL	5,10	0,98	0,39	2,25	90,17

Tabela 4. Resultados das percentagens das dissimilaridades (SIMPER) entre os grupos formados pela análise de agrupamentos. Espécies indicadas pelos três primeiras letras dos respectivos nomes científicos.

Dissimilaridade Média entre os grupos A e B = 82,44

Espécies	Abund.Méd.A	Abund.Méd.B	Diss.Méd.	Diss/DP	Contrib%	Cum.%
GEOBRA	0,00	23,11	12,58	1,80	15,26	15,26
PHACAU	2,50	41,56	12,16	1,46	14,75	30,01
TRIIMM	12,00	0,22	10,53	1,75	12,77	42,78
TAUBIF	6,00	2,22	6,13	1,11	7,44	50,22
ASTSP3	0,00	4,00	5,74	0,83	6,96	57,18
ASTSCA	0,00	5,67	5,73	1,05	6,95	64,13
NEOMIC	1,00	1,11	4,77	1,16	5,79	69,92
RHAQUE	0,00	1,56	4,50	0,99	5,46	75,38
ASTSP1	0,00	7,89	3,92	0,65	4,76	80,14
HARLOR	0,50	0,00	3,74	0,93	4,54	84,68
ASTINT	0,00	4,89	3,32	0,51	4,03	88,71
OLIHEP	0,00	3,89	2,20	0,53	2,67	91,38

Dissimilaridade Média entre os grupos A e D = 97,73

Espécies	Abund.Méd.A	Abund.Méd.B	Diss.Méd.	Diss/DP	Contrib%	Cum.%
TRIIMM	12,00	0,00	7,40	1,76	7,57	7,57
ASTBIM	0,00	13,55	7,12	3,04	7,28	14,85
OLIHEP	0,00	16,55	6,62	2,41	6,77	21,63
GEOBRA	0,00	16,95	5,20	1,38	5,32	26,95
HOPLIT	0,00	8,30	4,73	1,08	4,84	31,78
HYPAFF	0,00	3,05	4,68	1,48	4,79	36,57
PHACAU	2,50	9,90	4,07	0,97	4,16	40,74
ASTPAR	0,00	5,20	3,89	1,07	3,98	44,72
PIMMAC	0,00	13,65	3,86	0,96	3,95	48,66
HOPMAL	0,00	1,50	3,85	1,46	3,94	52,60
NEOMIC	1,00	0,00	3,74	1,34	3,82	56,42
LEPCOP	0,00	2,75	3,42	1,11	3,50	59,92
TILREN	0,00	14,45	3,36	0,85	3,43	63,35
ENGVIR	0,00	2,40	3,14	1,15	3,21	66,56
GLAALB	0,00	10,30	3,09	0,72	3,16	69,72
HYPLUE	0,00	7,40	3,01	0,84	3,08	72,80
POEVIV	0,00	13,20	2,95	0,62	3,02	75,82
CRELAC	0,00	2,35	2,86	0,76	2,93	78,75
CYPGIL	0,00	5,10	2,79	0,73	2,86	81,61
HARLOR	0,50	0,80	2,60	0,92	2,66	84,27
TAUBIF	6,00	0,00	2,38	0,53	2,44	86,70
ASTGIT	0,00	5,10	2,33	0,77	2,39	89,09
HYPCAL	0,00	2,25	1,96	0,60	2,00	91,09

Dissimilaridade Média entre os grupos B e D = 83,14

Espécies	Abund.Méd.A	Abund.Méd.B	Diss.Méd.	Diss/DP	Contrib%	Cum.%
PHACAU	41,56	9,90	6,81	1,54	8,19	8,19
ASTBIM	0,00	13,55	5,47	3,09	6,58	14,77
OLIHEP	3,89	16,55	4,71	1,94	5,67	20,44
GEOBRA	23,11	16,95	4,26	1,04	5,12	25,56
HOPLIT	0,00	8,30	3,64	1,10	4,38	29,93
HYPAFF	0,44	3,05	3,23	1,35	3,88	33,82
ASTSCA	5,67	0,05	3,07	1,02	3,69	37,50
PIMMAC	0,00	13,65	3,05	0,96	3,67	41,17
ASTPAR	0,44	5,20	2,95	1,08	3,55	44,72
ASTSP3	4,00	0,00	2,77	0,81	3,34	48,06
TILREN	0,00	14,45	2,68	0,84	3,22	51,28
LEPCOP	0,00	2,75	2,66	1,13	3,20	54,48
POEVIV	1,44	13,20	2,65	0,70	3,18	57,66
HOPMAL	0,22	1,50	2,57	1,29	3,09	60,75
TAUBIF	2,22	0,00	2,53	0,99	3,04	63,80
ENGVIR	0,22	2,40	2,49	1,13	3,00	66,79
HYPLUE	0,00	7,40	2,42	0,84	2,92	69,71
GLAALB	0,00	10,30	2,38	0,74	2,87	72,57
RHAQUE	1,56	1,05	2,38	1,03	2,86	75,43
CYPGIL	0,00	5,10	2,19	0,74	2,64	78,07
CRELAC	0,00	2,35	2,18	0,79	2,62	80,69
ASTSP1	7,89	0,00	2,15	0,64	2,59	83,28
ASTGIT	0,00	5,10	1,91	0,77	2,30	85,59
NEOMIC	1,11	0,00	1,73	0,84	2,08	87,66
ASTINT	4,89	0,00	1,68	0,50	2,03	89,69
PIMFUR	0,00	8,70	1,56	0,60	1,88	91,56

3.3. Padrões das Variáveis Ambientais

Os dois primeiros eixos formados pela Análise de Componentes Principais (ACP) explicaram 72,2 % da variância, com o eixo I explicando 42,52 %, e sendo fortemente correlacionada com as variáveis: razão largura-profundidade, razão de entalhamento e área da seção transversal. O eixo II explicou 29,69% da variância e foi fortemente relacionado com o gradiente (slope) e com o material do fundo (Tabela 5 e 6, Figura 9).

Tabela 5. Escores das variáveis geomorfológicas (Autovetores).

Variáveis	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**PC4**	**PC5**
Material do Fundo	-0,221	-0,618	-0,056	0,460	0,595
Área	0,420	-0,361	0,137	-0,727	0,361
Sinuosidade	-0,300	-0,135	-0,883	-0,321	-0,087
Gradiente	0,113	0,674	-0,221	0,032	0,695
Entalhamento	-0,567	0,068	0,319	-0,347	0,131
Larg/Prof	-0,593	0,106	0,218	-0,186	0,086

Tabela 6. Contribuição das variáveis (%) para os eixos (fatores) com respectivos autovalores.

	F1	F2	F3	F4	F5
Média (FÍ)	4,888	38,163	0,309	21,165	35,411
Área	17,615	13,055	1,885	52,891	13,042
Sinuosidade	8,993	1,823	78,012	10,317	0,758
Slope	1,283	45,361	4,890	0,103	48,345
Encaixamento	32,101	0,467	10,152	12,068	1,709
Larg/Prof	35,119	1,131	4,753	3,456	0,736
	F1	F2	F3	F4	F5
Eigenvalue	2,551	1,782	0,876	0,510	0,239
% variance	42,525	29,692	14,605	8,496	3,990
Cumulative %	42,525	72,217	86,822	95,318	99,308

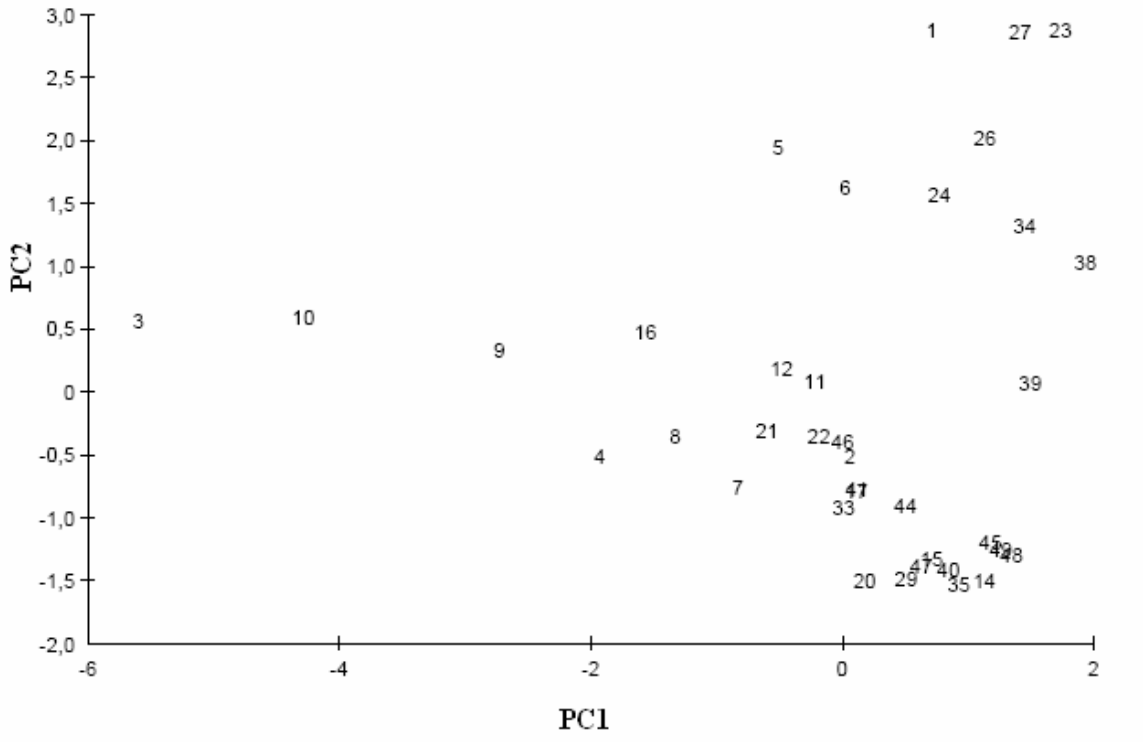


Figura 9. Diagrama de ordenação nos dois primeiros eixos dos escores das amostras, obtidas pela ordenação das variáveis ambientais utilizando ACP.

Uma separação no tipo de rios segundo o Sistema de ROSGEN (1994) foi apresentada nos escores das amostras da ordenação ACP. Os riachos sinuosos e com fundo de areia (E5) foram apresentados no lado esquerdo do diagrama em oposição aos demais tipos de rios (lado direito do diagrama), tendo sido o padrão mais importante de acordo com o eixo I. O eixo II apresentou na parte inferior um predomínio dos rios aluviais (E, C e D) e na parte superior um predomínio de rios não aluviais (A e B) (Figura 10). Os rios do tipo A e B foram diretamente associados ao gradiente (slope), enquanto os rios dos tipos C e E, foram mais associados à razão de entalhamento, à razão largura-profundidade e à sinuosidade, enquanto os do tipo D foram mais associados à área da seção transversal e ao diâmetro do material do fundo.

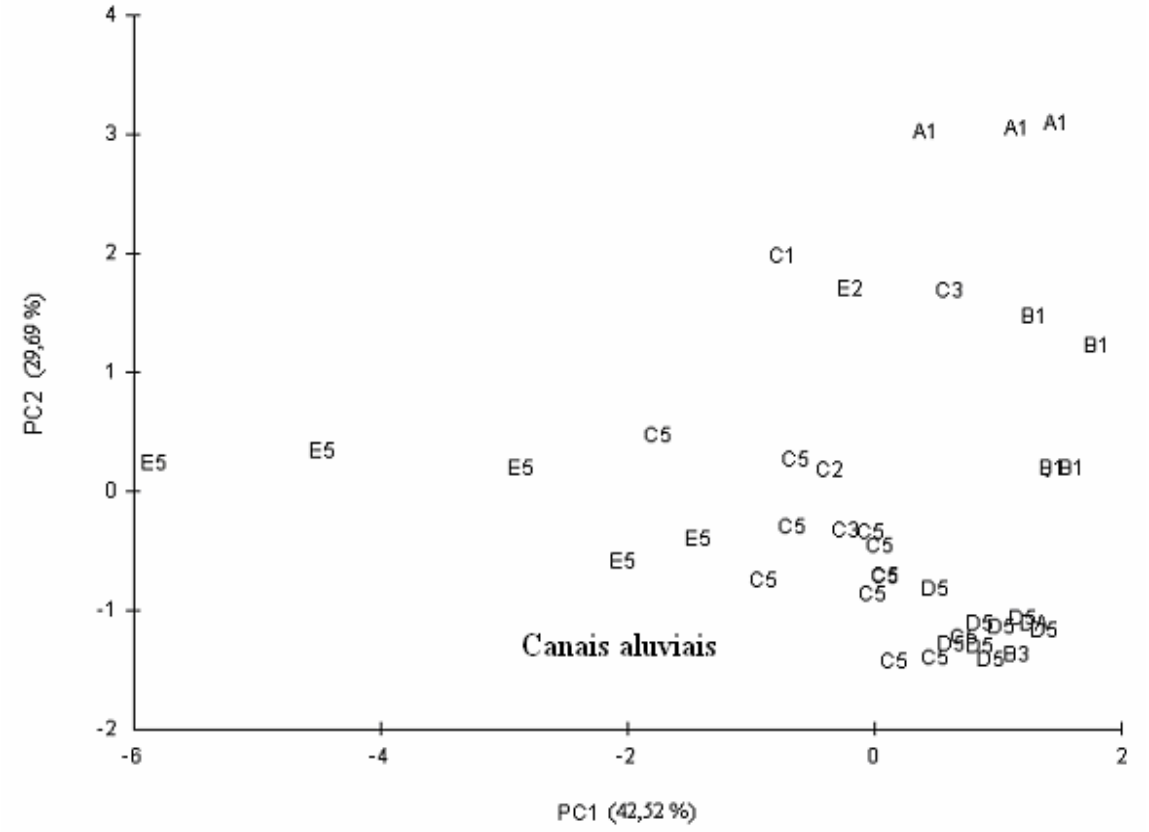


Figura 10. Diagrama de ordenação nos dois primeiros eixos dos escores das amostras, codificadas pelo sistema de ROSGEN, obtidas pela ordenação das variáveis ambientais utilizando ACP.

3.4. Relação Espécie-Ambiente

A correlação espécie-ambiente indicada pela Análise de Correspondência Canônica - CCA revelou que o eixo I explicou 44,9% da variância, e o eixo II, 25,9% (Tabela 7). Correlações inversamente significativas foram apresentadas entre a área da seção transversal com o eixo I, e a sinuosidade e material de fundo, com o eixo II, enquanto correlação positiva foi apresentada entre o gradiente (slope) e o eixo II.

Tabela 7. Resumo dos resultados e correlação intersect da Análise de Correspondência Canônica da Abundância das 34 espécies mais numerosas e das variáveis ambientais do rio Paraíba do Sul.

Eixos	**1**	**2**	**3**	**4**
Autovalores :	0.453	0.262	0.124	0.090
correlações espécie ambiente :	0.876	0.790	0.821	0.621
% cumulativa				
dos dados de espécies :	11.2	17.7	20.7	23.0
da relação espécies-ambientes:	44.9	70.8	83.0	91.9

Correlação intersect	**1**	**2**	**3**	**4**
Mat.Fundo	-0.09	-0.39	-0.55	0.32
Área	-0.82	0.17	-0.08	-0.10
Sinuosidade	0.29	-0.49	-0.25	-0.38
Gradiente	0.41	0.60	-0.08	-0.27
Entalhamento	0.48	-0.21	-0.14	0.11
Larg-Profund.	0.31	-0.17	-0.20	0.07

De acordo com CCA, foi apresentado um padrão fortemente associado à área da seção transversal (lado esquerdo do diagrama), que ocorre nas amostras da parte baixa da bacia e nos tributários de maior porte, onde a maioria das espécies foi registrada (Figura 11). O eixo II apresentou na parte inferior do diagrama as amostras associadas aos rios de pequeno porte das porções mais aplainadas dos plantados, com elevada sinuosidade, com fundo predominantemente arenoso e baixo gradiente (slope), onde predominaram espécies de Characiformes do gênero *Astyanax (scabripinis*, *intermedium* e sp. 1). Na parte direita superior do diagrama, onde foram apresentados os rios de pequeno e médio porte, com canais relativamente retos e caracterizados pelo elevado gradiente (slope) e leito rochoso, onde predominaram as espécies de Siluriformes *T.immaculatus*, *Ancistrus* sp.1 e *H. loricariformes* (Figura 11).

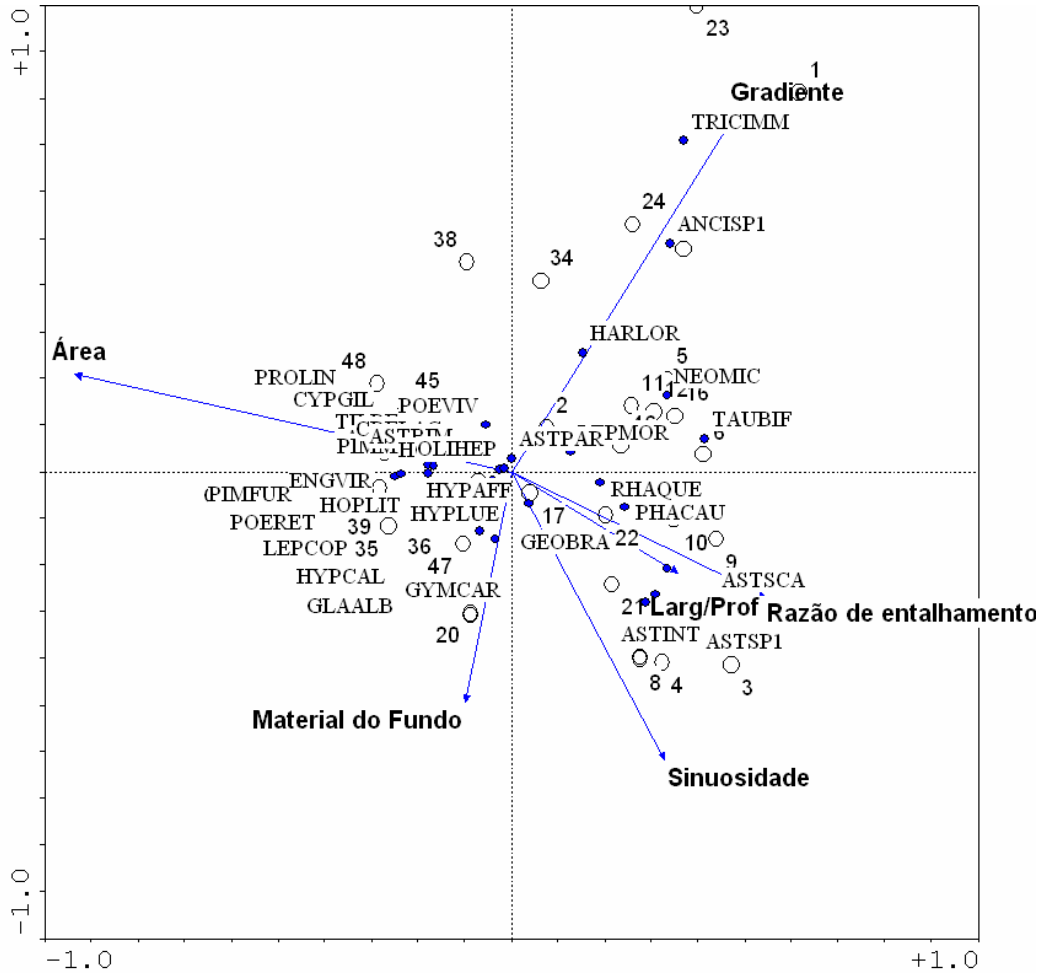


Figura 11. Diagrama da ordenação (triplot) dos dois primeiros eixos da Analise de Correspondência Canônica da Abundância das 34 espécies mais numerosas e das variáveis ambientais do rio Paraíba do Sul.

A riqueza de espécies apresentou-se diretamente associada à área da seção transversal, com esta relação sendo esta altamente significativa (r = 0,79). Uma abrupta separação na riqueza de espécies foi apresentada pela área da seção transversal, com rios cujo Log 10 de área inferior a 1,5 apresentando riqueza inferior a 10 espécies, enquanto aqueles cujos valores do Log 10 da área superior a 2,5 apresentaram riqueza superior a 12 espécies (Figura 12).

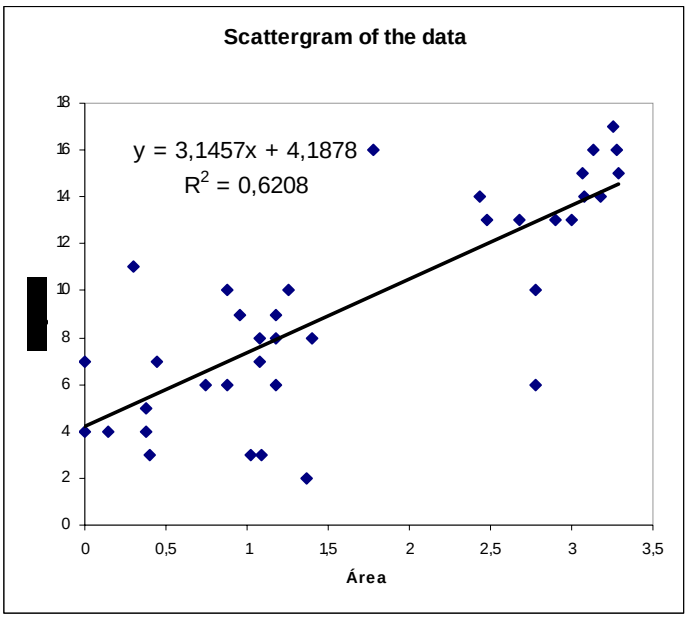


Figura 12. Correlação da riqueza de espécies (n° de espécies) e o log 10 da área da seção transversal.

4. DISCUSSÃO

Quatro assembléias de peixes foram determinadas para o sistema (Cluster, MDS e CANOCO). Uma formada por amostras de escarpas de planaltos (A), duas delas, por amostras de planaltos (B e C) e uma quarta, mais ampla, formada por amostras das porções média e inferior da bacia. Estas assembléias coincidiram com padrões geomorfológicos (PCA). Três padrões foram formados na PCA. Um grupo formado por rios aluviais e não aluviais das escarpas de planaltos, positivamente associado com os eixos I e II, que coincide proximamente com o grupo A das assembléias de peixes. Um segundo grupo, formado por pequenos e médios rios aluviais, negativamente correlacionado com o eixo I, que coincide com os grupos B e C das assembléias de peixes. O terceiro grupo mais heterogêneo, formado por rios aluviais de médio e grande porte, que foram em sua maioria correlacionados positivamente com o eixo I e negativamente com o eixo II, correspondendo ao grupo D das assembléias de peixes.

O maior desafio nos estudos de ecologia de rios é a identificação de gradientes ambientais que estruturem as comunidades lóticas (WALTER et al. 2003). A composição e a Abundância de peixes em assembléias locais são influenciadas por fatores bióticos e abióticos que funcionam e interagem em escalas espaciais e temporais diversas (MATTHEWS in BECKER, 2002).

O primeiro grupo formado pelas variáveis geomorfológicas (PCA) foi caracterizado por rios relativamente retos, com elevados gradientes de inclinação do leito, canais tipo Leito Rochoso (*bedrock)*, *Degraus (step-pool),* e Cascata (*cascade)*, onde as assembléias são formadas basicamente por peixes de corredeiras, e dominadas por *T. immaculatus.* O segundo grupo é formado por rios sinuosos, com baixos a moderados gradientes, canais do

tipo Meândrico (*pool-riffles)*, não entrincheirados, com formação de planícies de inundação, com assembléias formadas tanto por espécies de serra como: *A. scabripinis e A. intermédium*, quanto por espécies de ampla distribuição como: *R. quelen, G. brasiliensis, O. hepsetus*. O terceiro grupo, formado por rios com média a baixa sinuosidade, baixos a moderados gradientes, canais meândricos, *leito rochoso* e anastomosado, grande área da seção transversal, planícies de inundação bem desenvolvidas e leito formado basicamente por areia e cascalho. Este grupo apresentou assembléias mais heterogêneas onde predominaram espécies como *A. bimaculatus, A. parahybae, G. brasiliensis, O. hepsetus, P. maculatus, H. affinis, H. Littorale*, amplamente distribuídas ao longo da bacia, e parte das amostras apresentou também a ocorrência de *L. spixii*, e espécies marinhas eurialinas, que ocorrem na porção inferior da bacia.

Segundo MONTGOMERY (2004), a geomorfologia pode ser considerada uma chave no controle dos ecossistemas dinâmicos e a importância relativa e absoluta das influências dos processos geomorfológicos varia entre as espécies.

As assembléias foram fortemente associadas as variáveis geomorfológicas: *área da seção transversal, gradiente de inclinação do leito,* e *tamanho do material do fundo* que parecem ser os fatores determinantes dos padrões observados. A maioria dos peixes mais abundantes, como *G. brasiliensis* e *A. bimaculatus* foram amplamente distribuídos ao longo da bacia, sendo encontrados desde pequenos riachos até em grandes rios, porém praticamente não ocorreram em trechos de corredeiras, onde se restringiram a poções, canais laterais ou remansos. Por outro lado, espécies como *T. immaculatus, H. loricariformis, N. microps e H. gobio* só ocorreram em trechos de corredeiras, onde o gradiente foi o fator dominante no controle do habitat local, revelando uma forte relação dessas espécies com o fluxo turbulento encachoeirado e com maiores diâmetros do material de fundo. Outro exemplo de associação das espécies com as condicionantes geomorfológicas locais foi o caso o da espécie *Loricariichthys spixii*, que se limita às porções inferiores da bacia, apresentando grandes Abundâncias na região da Depressão Escalonada dos rios Pomba e Muriaé e do Delta do Paraíba do Sul, onde predominam trechos com baixos gradientes e fundo arenoso.

Aspectos ligados ao ciclo de vida das espécies e suas adaptações podem também explicar a distribuição dos peixes em áreas confinadas ou mais restritas. BRAGA, 2004, estudando rios da Mantiqueira Oriental verificou que espécies de diferentes famílias, típicas de riachos de cabeceira, apresentam além de pequeno porte, a redução das gônadas e a perda da bexiga natatória, são espécies K estrategistas, pois essas características as levam a uma maior eficiência na utilização desses ambientes. Em rios de montanhas, como os encontrados nas escarpas dos planaltos, o fluxo turbulento encachoeirado e o material do fundo atuam como fator limitante da ictiofauna, para habitarem esses ambientes as espécies sofreram modificações morfológicas. A presença de odontodes sobre as placas que recobrem o corpo em *Neoplecostomus*, e nos opérculos de *Trichomycterus*, *Rineloricaria*, *Ancistrus* e *Hemipsilichtys*, bem como as nadadeiras peitorais expandidas em *Characidium* e pequeno porte dos indivíduos adultos são características também adaptativas que permitem a utilização de nichos em riachos de fluxo turbulento encachoeirado, facilitando a permanência desses peixes por entre cascalhos e seixos no fundo (BRAGA, 2004). Portanto, além das condicionantes ambientais de natureza hidrológica e geomorfológica, outros fatores associados a historia evolutiva das espécies podem ter influenciado e determinado à distribuição dos táxons a nível local.

Os estudos das relações espécie-ambiente são fundamentais em ecologia de rios. VANNOTE et al. (1980) com o *Conceito do Rio Contínuo* (RCC), estabeleceram que os rios acompanham gradientes físicos, onde seus elementos constituintes estão ligados longitudinalmente e de maneira contínua. E que a biota associada ajusta-se a essas mudanças. Nossos resultados indicam haver tanto um gradiente físico, quanto um gradiente das assembléias de peixes, o que corrobora em parte as predições do RCC. Porém ao contrário do que postula o RCC esse gradiente não é contínuo, uma vez que a bacia do rio Paraíba do Sul é muito extensa e complexa. Sendo formada por diversas unidades geomorfológicas, por isso a teoria de continuidade de rios não pode ser aplicada com acurância, por se tratar de uma bacia descontínua que somente abordagens em múltiplas escalas espaciais, como a de MONTGOMERY(1999), podem ser aplicadas e fornecerem resultados com uma maior acurância, e que possam explicar melhor os padrões biológicos. Segundo ALLAN & JOHNSON (1997), em escalas espaciais amplas as comunidades parecem previsíveis e governadas por padrões hidrológicos e geológicos de larga escala. Por outro lado, estudos realizados com ênfase na escala local tendem a revelar alta variabilidade e destacam a importância tanto de fatores biológicos, quanto físicos nesta escala.

Nossos resultados contrastam com estudos que atribuem alterações nas assembléias de peixes a mudanças longitudinais no hábitat de rios (*e.g.* ANGERMEIER & KARR,1983; SCHLOSSER,1987; e BUNN & ARTHINGTON,2002). Tais estudos, geralmente, confirmam a predição do RCC de que as assembléias de peixes variam previsivelmente ao longo do perfil longitudinal. No Brasil, BECKER (2002), estudando a ictiofauna do rio Maquine, concluiu que a mesma se distribui diferentemente na bacia, seguindo um padrão espacial em correspondência com o perfil longitudinal. WALTERS et al. (2003), correlacionando variáveis da geomorfologia fluvial e a ictiofauna na bacia do rio Etowah, Geórgia do Norte (EUA), encontraram resultados parecidos com os nossos, porém suas amostras restringiram-se a rios de pequeno e médio porte com área de drenagem variando entre 15 e 100 km^2. As principais predições do *Conceito dos Domínios de Processos* (PDC), que postula que as assembléias de peixes variam em função das características de hábitat local e que a riqueza é diretamente proporcional à área da seção transversal, foram atendidas no presente trabalho para o rio Paraíba do Sul.

Os sistemas de classificação têm sido utilizados com o objetivo de simplificar as complexas relações existentes entre os rios e suas bacias hidrográficas. A utilização dos sistemas de classificação de MONTGOMERY& BUFFINGTON (1993) e de ROSGEN (1994), permite uma melhor visualização das diferenças entre os rios e os tipos de canais ao longo de uma bacia hidrográfica tão heterogênea como a do rio Paraíba do Sul. Nossos resultados indicaram que esses sistemas, embora desenvolvidos para rios de regiões temperadas, podem ser aplicados a rios tropicais. Através da utilização do sistema de ROSGEN no planejamento de projetos de recuperação e manejo de hábitat, é possível se determinar quais sãos as áreas realmente vocacionadas a sofrerem intervenções, evitando assim equívocos, como, por exemplo, a instalação de estruturas artificiais em locais onde os rios com uma freqüência sazonal sofrem distúrbios de elevadas magnitudes, tendo como conseqüência a inutilização daquela estrutura, às vezes até mesmo em menos de um ano da instalação, ou então no caso do plantio de árvores nas margens de rios em locais onde os processos erosivos estejam ativos, esteja fadado ao insucesso. Em outras palavras, com as interpretações dos resultados da classificação evita-se o desperdício de tempo e dinheiro. Já o sistema de MONTGOMERY& BUFFINGTON (1993), por ser mais prático de ser

aplicado e apresentar uma abordagem em múltiplas escalas, pode ser útil no estudo de comunidades bióticas.

No Brasil são escassos os trabalhos que utilizem sistemas de classificação da geomorfologia fluvial, a maioria dos trabalhos aborda a modelagem e fisiografia de bacias hidrográficas, se restringindo a aplicação dos sistemas de classificação da hierarquia fluvial de HORTON (1945), e de STRAHLER (1957), como por exemplo, os trabalhos de TONELLO,2005; BORSATO & MARTONI,2004; e ROSA,1995. Alguns trabalhos tratam da incisão de canais, das modificações no canal fluvial em conseqüência de obras de engenharia (*e.g.* QUADROS, 2004; JESUS, 2003; e BRIGHETTI & BRANDÃO, 2001). BIZZERRIL et al. (1998), fizeram uma compartimentação ambiental da bacia do rio Paraíba do Sul, baseados no seu perfil longitudinal, tendo definido sete domínios geoambientais para a bacia do rio Paraíba do Sul: 1) Domínio das serras e planaltos; 2) Domínio dos meandros com lagoas marginais; 3) Domínio dos meandros com condicionamento estrutural; 4) Domínio das corredeiras; 5) Domínio das ilhas fluviais; 6) Domínio dos depósitos fluviais; e 7) Domínio das lagoas. Esta classificação aumentou o nível de detalhamento da compartimentação feita por AB'SABER & BERNARDES (apud BIZZERRIL), apontando a existência de subunidades ambientais dentro das quatro unidades geográficas (superior, médio-superior, médio-inferior e inferior) descritas pelos mesmos. A opção no presente trabalho de utilizar uma escala espacial de 10 – 1000 m, para a avaliação dos microhabitas, sítios e trechos do canal, não permitiu testar a conformidade das assembléias de peixes com estes dois sistemas de classificação supracitados.

5. CONCLUSÕES

- ✓ Como gradiente foi a condicionante geomorfológica dominante, seguido do tamanho do material do fundo e da área da seção transversal, influenciando o habitat bêntico e os distúrbios que afetam a composição e estrutura das assembléias de peixes, as evidências apontam essas três variáveis como as principais responsáveis pelos padrões de distribuição espacial apresentados pelas assembléias de peixes, uma vez que as assembléias coincidiram com os padrões apresentados pelas variáveis geomorfológicas.

- ✓ As principais predições do *Conceito dos Domínios de Processos* (PDC) que postula que as assembléias de peixes variam em função das características de hábitat local, e que a riqueza é diretamente proporcional à área da seção transversal, foram confirmadas para a bacia do rio Paraíba do Sul, contrastando com as predições do *Conceito do Rio Contínuo* (RCC) que postula que as assembléias variam previsivelmente ao longo de um gradiente longitudinal.

- ✓ Ambos os sistemas de classificação de rios, baseados na geomorfologia fluvial, utilizados neste estudo podem ser aplicados a rios da bacia do rio Paraíba do Sul, sendo o sistema de MONTGOMERY & BUFFINGTON mais prático do que o sistema de ROSGEN, por dispensar mensurações em campo, facilitando os trabalhos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. Brasil tropical atlântico: originalidades.**Scientific American Brasil,** 50, 98, 2006.

ALLAN, J. D. The river continuum concept, in ALLAN, J. D., ed. **Stream Ecology Structure and Function of Running Waters**: London, Chapman & Hall,1995. p. 276-281.

ANGERMEIER P.L. & KARR J.R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environmental Biology of Fishes**, 9, 117–135, 1983.

ARAÚJO, F. G. Composição e estrutura das comunidades de peixes do médio e baixo rio Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Zoologia**, 56 (1):111-126, 1996.

BECKER, F.G. **Distribuição e abundância de peixes de corredeiras e suas relações com características de hábitat local, bacia de drenagem, e posição espacial em riachos de Mata Atlântica (Bacia do rio Maquine, RS, Brasil)**. 2002. 201f. Tese – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BORSATO, F. H., E MARTONI, A. M. Estudo da fisiografía das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**. Maringá, v.26, n.2, p. 273-285, 2004.

BRAGA, F. M. S., 2004. Habitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 26, no. 1, p. 31-36.

BRIGHETTI, G., E BRANDÃO, J. L. B. **Obras de regularização de leito**. 2001. 28f. Monografia - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BUNN, S.E.& ARTHINGTON, A. H. Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity, **Environmental Management Vol**. 30, No. 4, pp. 492–507,2002.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. W.,1994. **Change in marine communities: an aproach to statistical analysis and interpretation**. [S.l.]: Plymouth Marine Laboratory, 859 p.

HUGHES, R. M.; REXSTAD, E.; BOND, C. E., 1987. The relationship of aquatic ecoregions, river basins, and physiographic provinces to the ichthyogeographic regions of Oregon. **Copeia**, p. 423-432.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hidrophysical approach to quantitative morphology New York: **Geological Society of American Bulletin**, v. 56, p. 807-813, 1945.

JESUS, K. M. Análise de mudanças no canal fluvial do rio Paraná a jusante da Usina de Porto Primavera – SP. **R.RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 125-138, Editora UFPR, 2003.

JOHNSON, R. A & WICHERN, D. W.,1992. **Applied multivariate statistical analysis**. [S.l.]: Pent. Hall, 642 p.

LAMMERT, M. & ALLAN, J.D. Assessing Biotic Integrity of Streams: Effects of Scale in Measuring the Influence of Land Use/Cover and Habitat Structure on Fish and Macroinvertebrates. **Environmental Management**, Vol. 23, No. 2, pp. 257–270,1999.

MONTGOMERY, D.R., & BUFFINGTON, J.M. **Channel classification, prediction of channel response and assessment of channel condition**. Report TFW-SH10- 93-002. Department of Geological Sciences and Quaternary Research Center, University of Washington, Seattle. 1993.110p.

MONTGOMERY, D.R. & BUFFINGTON, J. M. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. **Geological Society of America Bulletin**, v. 109; no. 5, p. 596–611,1997.

MONTGOMERY, D.R. & BUFFINGTON, J.M. Channel processes, classification, and response. in **River Ecology and Management**. edited by R. Naiman and R. Bilby. New York, Springer-Verlag: 13-42,1998.

MONTGOMERY, D.R. Process domains and the river continuum. **Journal of the American Water Resources Association**, 36, 397–410, 1999.

MONTGOMERY, D.R. Geology, geomorphology, and the restoration ecology of salmon.**GSA Today**; v. 14; no. 11,2004.

POOLE, G.C. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. **Freshwater Biology**, 47, 641–660,2002.

POWER, M, E. & DIETRICH, W. E. Food webs in river networks. **Ecological Research**, n° 17**;**451–471, 2002.

QUADROS, R. M. B., WISNIEWSKI, C., e PASSOS, E. Modelagem de Canais Incisivos – Revisão. **R.RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 68-81, Editora UFPR,2004.

RADAMBRASIL, 1983. **Projeto RADAMBRASIL** – MME – Rio de Janeiro, 1983. 780p.

RANKIN, E. D. Habitat indices in water ressource quality assessments. In: Davis, W. S.; Simon, Th. P. (Eds.). **Biological Assessments and Criteria. Tools for Water Resource Planning and Decision Making**. Lewis Publishers: Boca Raton. London, Tokyo. 1995. p. 181-208.

RICE, S.P., GREENWOOD, M.T. & JOYCE, C.B. Tributaries, sediment sources, and the longitudinal organisation of macroinvertebrate fauna along river systems.**Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 58, 824–840, 2001.

RICHARDS, K. & LANE S.N. Prediction of morphological changes in unstable channels. In: C. R. Thorne, R. D. Hey and M. D. Newson. **Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management**. John Wiley and Sons, New York, NY. pp. 269-292. 1997. 367 pp.

ROSA, A. R. **Critérios para Seleção de Microbacias Experimentais: Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, RJ.** 1995. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ROSGEN, D.L. A classification of natural rivers. **Catena** 22, p.169-199, 1994.

ROMESBURG, H. C. 1984. **Cluster analysis for researches**. [S.l.]: Lifetime Learning Publications.

SCHLOSSER I. J., 1987. A conceptual framework for fishcommunities in small warmwater streams. In: **Community and Evolutionary Ecology of North American Stream Fishes** (Eds W.J. Matthews & D.C. Heins), pp. 17–24.University of Oklahoma Press, Norman, OK, USA.

STATZNER,R.B. & B. HIGLER. Questions and comments on the river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**s, 37:130-137,1985.

STRAHLER, A.N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transacions: American Geophysical Union**, 38:913-920.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: A new eigeinvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, N° 67**:** 1167-1179, 1986.

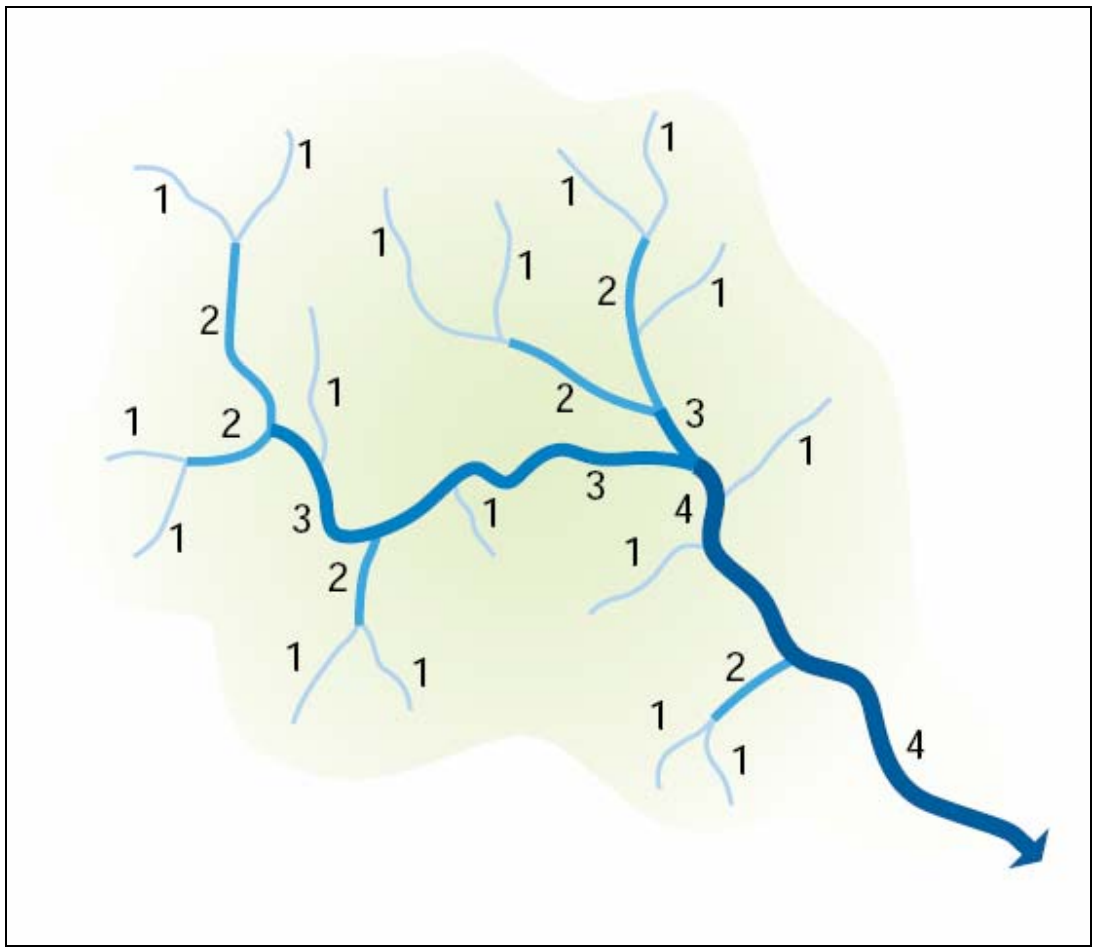
TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 37,130–137,1980.

WALTERS, D. M., D. S. LEIGH, M. C. FREEMAN, B. J. FREEMAN, AND C.M. PRINGLE. Geomorphology and fish assemblages in a Piedmont river basin, U.S.A., **Freshwater Biology**, 48, 1950–1970, 2003.

7. ANEXOS

Anexo I - Ilustração do sistema de classificação da hierarquia fluvial de STRAHLER (1957).



***** Os números representam a ordem dos rios (1 – 1°, 2 - 2°, 3 – 3°, 4 – 4°).

Anexo II - O sistema de classificação da morfologia de canais fluviais de MONTGOMERY& BUFFINGTON, 1993.

Quadro 1. Os tipos de canais do segundo MONTGOMERY& BUFFINGTON, 1993.

Os tipos de canais
- **Canais Coluviais**: são pequenos riachos, geralmente são intermitentes ou efêmeros, ou seja, só apresentam fluxo e transporte fluvial durante um curto período do ano, ou somente durante a duração de uma chuva. Encontram-se geralmente nas regiões de cabeceiras das bacias.
- **Canais Bedrock:** canais que correm sobre rocha coerente, não apresentam um leito aluvial contínuo. Apesar de algum material aluvial ser estocado temporariamente no fundo ou em locais com obstruções de fluxo, essa deposição é muito pequena, são canais geralmente confinados pelas paredes do vale.
- **Canais Cascade**: canais que ocorrem em trechos com elevados gradientes, são confinados pelas paredes do vale, e são caracterizados por uma desorganização longitudinal e lateral do material do leito, constituído tipicamente de blocos e matacões, com pequenos e espaçados poções. Cascalhos e material mais fino são estocados em pontos com obstrução de fluxo. Devido ao grande tamanho do material do fundo, trechos em cascata são efetivamente imóveis em condições normais de fluxo, ocorrendo uma certa mobilidade apenas durante raros eventos hidrológicos.
- **Canais Step-pool**: São caracterizados por sucessivos ressaltos hidráulicos longitudinais, em forma de degraus formados por matacões e blocos organizados, formando poções contendo material fino. A morfologia de canais step-pool resulta de uma oscilação entre fluxo turbulento encachoeirado e turbulento corrente. Essa morfologia é associada a um elevado gradiente, pequena razão largura-profundidade, e pronunciado confinamento pelas paredes do vale. O que diferencia esse tipo de canal de canais em forma de cascata é a seqüência regular de poções e degraus.
- **Canais Plane-bed**: O termo "*Plane-bed*" é aplicado a formações planares, observadas tanto em canais com o fundo de areia, quanto com fundo de cascalho ou blocos. Ocorrem em locais com moderados a elevados gradientes, são relativamente retos, podendo ser confinados ou não pelas paredes do vale. São tipicamente compostos de areia ou pequenos matacões, porém podem ser dominantemente compostos por cascalhos ou blocos. A ausência de fluxo turbulento encachoeirado diferencia esses tipos de canais, de canais em cascata ou em degraus.
- **Canais Pool-riffle**: São canais que apresentam um leito ondulado que define uma seqüência de barras, depressões e soleiras. Essa oscilação lateral das formações do fundo distingue os canais meandrantes dos outros tipos de canais discutidos anteriormente. *Pools* são depressões topográficas do canal, barras e soleiras (bars e riffles) são pontos mais rasos, ritmicamente espaçados (cerca de cinco, a sete vezes a largura do canal). Ocorrem em moderados a baixos gradientes, moderada a elevada sinuosidade, são geralmente não confinados, e apresentam planícies de inundação bem desenvolvidas. O substrato pode variar de areia a blocos, porém são tipicamente formados por cascalhos.
- **Canais Dune-ripple** *ou* **Regime**: Canais com morfologia em dunas e ondulações são muito comumente associados com baixos gradientes e fundo de areia. Nesse tipo de canal há uma sucessão de formações de fundo provenientes da resistência hidráulica primária. A configuração do leito depende da profundidade, velocidade, tamanho dos grãos, e da taxa de transporte de sedimento. O transporte de sedimentos nesse tipo de canal é moderado a pobre, devido à baixa energia, favorecendo a deposição, havendo a formação de barras ou outras formações forçadas pela geometria do canal.
- **Canais Braided:** O sistema fluvial entrelaçado (*braided*) é caracterizado pela alta energia de transporte em regime de fluxo superior, pela migração de barras longitudinais e transversais, com deposição de cascalhos, areias, e muito raramente material pelítico (apresentando pequena distribuição lateral). Dependendo da natureza do suprimento, do gradiente a partir das áreas fontes e da razão de descarga (velocidade de fluxo e carga de sedimentos), ocorrem rios entrelaçados dominados por areias ou por cascalhos.

Figura 1. Principais tipos de canais: Leito Rochoso (A), Cascata (B), Dunas e Ondulações (C), Meândrico (D), Degraus (E), e Leito Plano (F).

Figura 2. Canal Anastomosado (Braided).

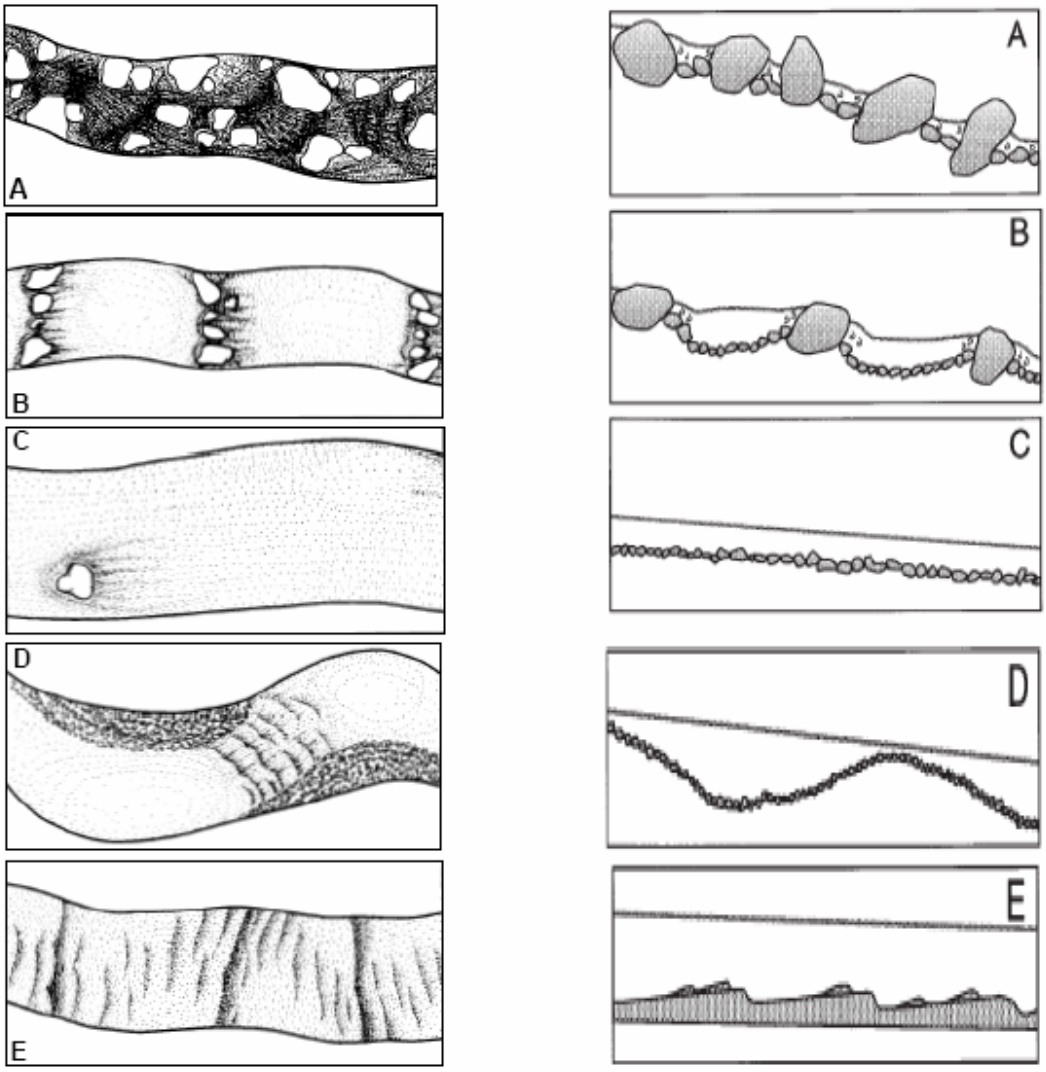


Figura 3. Perfis longitudinais esquemáticos da morfologia de canais aluviais: (A) Cascata; (B) Degraus; (C) Leito Plano; (D) Meândrico; e (E) Dunas e Ondulações.

Anexo III - O sistema de classificação de rios naturais, de ROSGEN (1994).

- ⇨ Nível I : é uma caracterização geomorfológica que categoriza os rios como “A”, “B”, “C”, “D”, “DA”, “E”, “F”, ou “G”. Os tipos de canais são determinados baseado no gradiente ou slope, na seção transversal, e na vista em planta (Figs. 4 e 5). E a seção transversal é avaliada por três relações básicas: *Área da seção transversal, Razão Largura-Profundidade*, e *Razão de Encaixamento.*

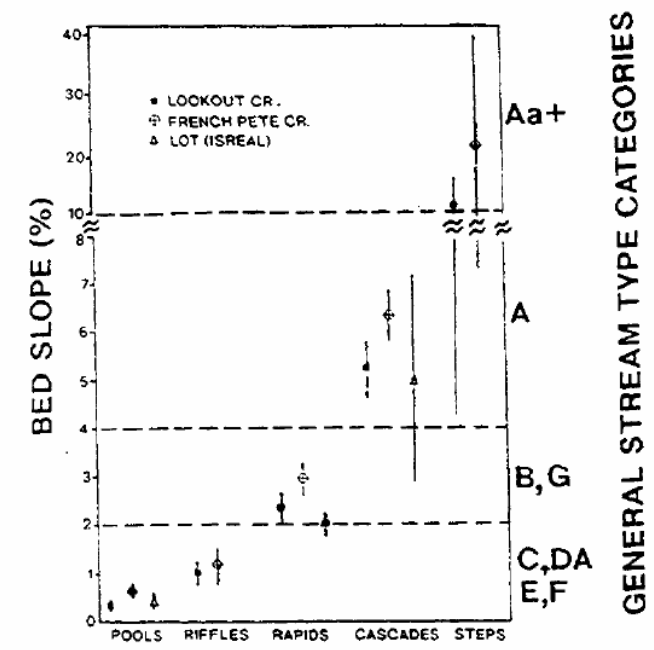


Figura 5. Relações entre o gradiente e as formas do leito para os diferentes tipos de rios (ROSGEN,1994).

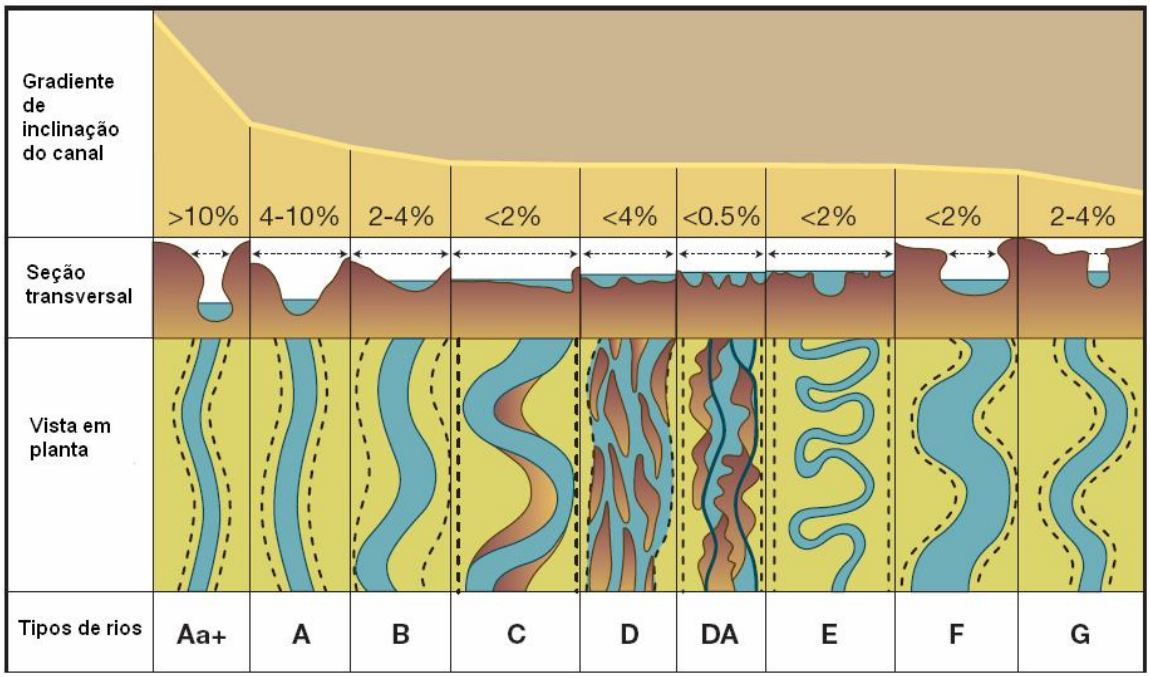


Figura 6. Ilustração do nível I do sistema de classificação de ROSGEN (1994).

⇨ Nível II – Designa um número (1 à 6) para cada tipo de rio, descrevendo o material do fundo dominante (Quadro 2);

Quadro 2. Classes diamétricas do material do fundo do leito.

Material do Fundo	(mm)
1 = Rocha	> 2048
2 = Matacões	256 - 2048
3 = Blocos	64 - 256
4 = Cascalho	2 - 64
5 = Areia	0,062 - 2
6 = Silte e argila	< 0,062

⇨ Nível III – é uma avaliação da condição do rio e sua estabilidade. Essa requer uma avaliação e previsão da erosão do canal, condição ripariana, modificação do canal, e outras características; e

⇨ Nível IV – é a verificação das previsões feitas no nível III e consiste do transporte de sedimento, fluxo, e mensurações da estabilidade.

Anexo IV – Lista de espécies de peixes agrupadas por ordem e família, coletadas no rio Paraíba o Sul, entre os anos de 2004 – 2005.

Ordem	Família	Espécie
Characiformes	Anostomidae	*Leporinus copelandii* (Steidachner,1875)
		Leporinus mormyrops (Steidachner,1875)
	Characidae	*Astyanax bimaculatus* (Linnaeus,1758)
		Astyanax giton (Eigenmann,1908)
		Astyanax intermedius (Eigenmann,1908)
		Astyanax parahybae (Eigenmann,1908)
		Astyanax scabripinnis (Jenyns,1842)
		Astyanax sp. 1
		Astyanax sp.2
		Hyphessobrycon callitus (Boulenger,1900)
		Oligosarcus hepsetus (Cuvier,1816)
	Erythrinidae	*Hoplias malabaricus* (Bloch,1794)
	Prochilodontidae	*Prochilodus lineatus* (Valenciennes,1836)
	Curimatidae	*Cyphocharax gilbert* (Quoy & Gaimard,1829)
Siluriformes	Auchenipteridae	*Glanidium albescens* Reinhardt, 1824
	Pimelodidae	*Pimelodus maculatus* (Lacépède,1803)
		Pimelodus fur (Reinhardt,1874)
	Heptapteridae	*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard,1824)
	Trichomycteridae	*Trichomycterus immaculatum* Eigenmann & Eigenmann,1889
	Callichthyidae	*Corydoras nattereri* (Steidachner,1876)
		Hoplosternum littorale (Hancock,1828)
	Loricariidae	*Harttia loricariformes* (Steidachner,1876)
		Hemipsilichthys gobio (Lutken,1874)
		Hypostomus affinis (Steidachner,1876)
		Hypostomus luetkeni (Steidachner,1876)
		Loricariichthys spixii (Steidachner,1877)
		Neoplecostomus microps (Steidachner,1876)
Gymnotiformes	Gymnotidae	*Eignmannia virescens* (Valenciennes, 1847)
Cyprinodontiformes	Poecilidae	*Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868)
		Poecilia reticulata (Peters, 1859)
		Poecilia vivipara Bloch & Schneider, 1801
Perciformes	Cichlidae	*Crenicichla lacustris* (Castelnau, 1855)
		Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard,1824)
		Tilapia rendalli (Boulenger,1896)

Anexo V - Abundância das 34 espécies mais abundantes ao longo dos sítios.

Sítios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	20
Espécies																	
PHACAU*	7	1	55	25	61	42	6	9	111	9	0	0	0	8	0	0	1
GEOBRA	0	0	2	5	1	0	10	28	62	11	0	0	123	3	0	0	2
OLIHEP	0	0	0	17	3	0	0	0	0	18	1	12	1	7	2	5	1
TILREN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1
POEVIV	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
ASTBIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	4	3	3	28	14
PIMMAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	118	82	0	6	17
GLAALB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIMFUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
HOPLIT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18	0	20	16
ASTPAR	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	1	8	15	0	1	29	21
HYPLUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0
ASTGIT	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
POERET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	14	0	0	34
CYPGIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44	3	0	0	0
ASTSP1	0	0	0	48	0	0	19	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
HYPAFF	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	6	0	10	4	1	0	1
PROLIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTSCA	0	0	12	10	0	0	1	0	0	19	0	12	0	0	0	0	0
RHAQUE	0	1	0	8	1	2	0	1	0	2	1	23	0	2	0	0	16
LEPCOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	2	1	2	0
TRICIMM	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENGVIR	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CRELAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TAUBIF	24	1	4	4	1	0	8	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
ASTINT	0	0	0	0	2	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYPCAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4
HARLOR	0	13	0	0	10	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
NEOMIC	1	0	0	2	26	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
CORNAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	2
ASTSP3	0	0	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HOPMAL	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	3	1	2	0
LEPMOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	29	1	0	0	0	0
LORSPI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

***** Esse código para espécies é formado pelas três primeiras letras do gênero e as três primeiras letras da espécie.

Anexo V – Continuação...

Sítios	21	22	24	26	27	29	33	34	35	38	39	40	41	44	45	46	47	48	49
Espécies																			
PHACAU	51	66	0	0	3	0	0	0	6	1	0	0	31	148	0	0	0	1	2
GEOBRA	32	58	0	0	0	29	2	6	14	16	3	6	0	99	0	18	4	2	12
OLIHEP	0	0	0	0	0	8	39	121	78	23	3	24	2	7	1	1	0	6	1
TILREN	0	0	0	0	0	0	0	0	8	72	106	0	0	10	0	0	0	0	86
POEVIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	6	46	7	124
ASTBIM	0	0	0	5	0	1	2	2	47	52	23	59	1	4	1	1	2	13	6
PIMMAC	0	0	0	2	0	2	0	0	35	0	5	1	0	0	0	0	1	1	0
GLAALB	0	0	0	0	0	3	10	167	0	15	1	1	0	1	6	0	2	0	0
PIMFUR	0	0	0	0	0	0	3	2	91	38	39	1	0	0	0	0	0	0	0
HOPLIT	0	0	0	0	0	18	0	0	3	0	45	23	6	7	3	6	0	0	0
ASTPAR	0	0	0	38	0	4	4	18	0	6	0	3	0	1	0	0	0	0	1
HYPLUE	0	0	0	2	0	48	20	8	22	23	6	1	1	0	0	0	0	0	0
ASTGIT	0	0	0	0	0	0	2	19	9	42	12	0	0	2	0	0	0	14	0
POERET	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CYPGIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	1	0	0	2	24	7
ASTSP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYPAFF	0	0	0	0	0	5	1	10	4	5	5	1	0	1	1	5	0	1	0
PROLIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	27	34
ASTSCA	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RHAQUE	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEPCOP	0	0	0	0	0	6	3	11	3	11	10	1	0	0	0	0	0	0	0
TRICIMM	0	2	2	1	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENGVIR	0	0	0	0	0	6	1	0	9	4	6	9	0	1	0	2	2	6	1
CRELAC	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	2	12	0	0	4	2	14	1	2
TAUBIF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTINT	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYPCAL	0	0	0	0	0	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0
HARLOR	0	0	1	0	0	0	2	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEOMIC	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CORNAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTSP3	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HOPMAL	0	0	0	0	0	1	3	2	1	2	0	6	1	1	0	1	0	0	3
LEPMOR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LORSPI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	14	9	4

Anexo VI – Tabela de riqueza, abundância e diversidade.

Sítio	S	N	d	J'	H'(loge)
1	4	33	0,858	0,5572	0,7724
2	6	21	1,642	0,6656	1,193
3	7	93	1,324	0,6647	1,293
4	10	123	1,87	0,7769	1,789
5	9	109	1,705	0,5955	1,309
6	3	49	0,5139	0,4511	0,4956
7	6	45	1,313	0,8055	1,443
8	5	71	0,9384	0,7153	1,151
9	4	175	0,5809	0,5161	0,7154
10	11	74	2,323	0,8345	2,001
11	8	22	2,265	0,8694	1,808
12	8	88	1,563	0,801	1,666
14	15	395	2,342	0,6624	1,794
15	15	206	2,628	0,737	1,996
16	7	10	2,606	0,9427	1,834
17	10	114	1,9	0,7908	1,821
20	13	130	2,465	0,8001	2,052
21	4	110	0,6382	0,8776	1,217
22	7	151	1,196	0,6524	1,269
23	3	9	0,9102	0,7725	0,8487
24	3	4	1,443	0,9464	1,04
26	6	49	1,285	0,4744	0,85
27	2	42	0,2675	0,3712	0,2573
29	13	140	2,428	0,7802	2,001
33	14	93	2,868	0,7119	1,879
34	13	369	2,03	0,5872	1,506
35	17	349	2,733	0,777	2,201
38	16	326	2,592	0,8389	2,326
39	14	266	2,328	0,7211	1,903
40	16	159	2,959	0,7249	2,01
41	8	54	1,755	0,6273	1,304
44	16	350	2,561	0,5511	1,528
45	6	16	1,803	0,864	1,548
46	9	42	2,14	0,7871	1,729
47	10	92	1,99	0,6932	1,596
48	14	113	2,75	0,8127	2,145
49	13	283	2,126	0,594	1,524

Anexo VII – Lista de espécies que ocorreram somente nos trechos de cabeceiras.

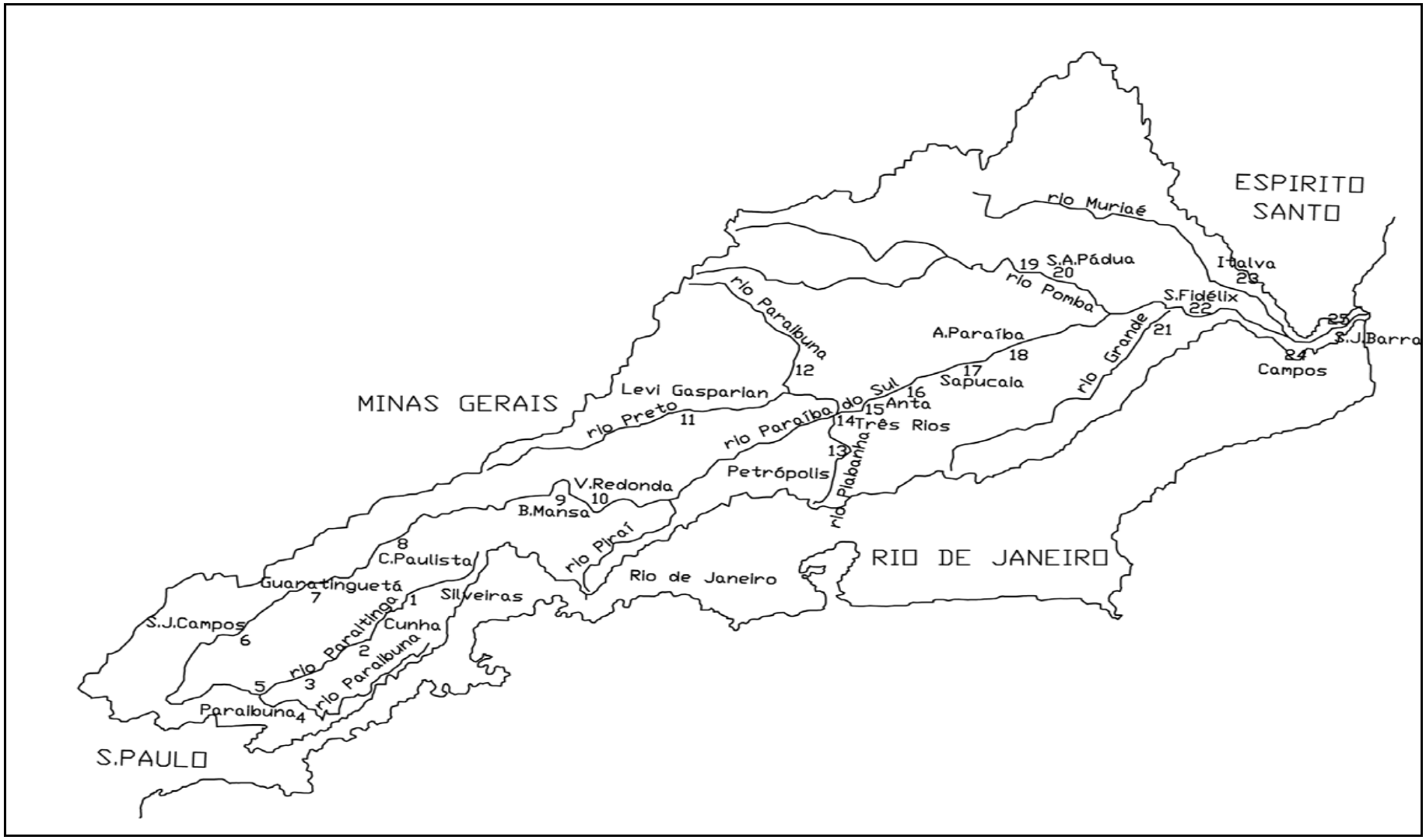
Ordem	Família	Espécie
Characiformes	Characidae	*Astyanax intermedius* (Eigenmann,1908)
		Astyanax scabripinnis (Jenyns,1842)
	Crenuchidae	*Characidium lauroi* (Travassos,1949)
		Characidium alipioi (Travassos,1949)
		Characidium sp. 1
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdioglanis frenatus* (Ihering, 1907)
	Trichomycteridae	*Trichomycterus immaculatus* (Eingenmann & Eigenmann,1889)
		Trichomycterus florence (Ribeiro,1943)
		Trichomycterus sp.1
	Loricariidae	*Hemipsilichthys gobio* (Lutken,1874)
		Hisonotus sp. 1
		Neoplecostomus microps (Steidachner,1876)

Anexo VIII – Imagens de satélite que ilustram a área de estudo.

Planalto de Campos do Jordão
Depressão do Médio Paraíba do Sul
Cachoeira Paulista

Oceano Atlântico
Planalto da Bocaína
Planalto do Paraitinga e Paraibuna
Depressão do Medio Paraiba do Sul
Planalto de Itatiaia

Anexo IX– Mapa da bacia do rio Paraíba do Sul.



Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo