

UFRRJ

INSTITUTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

**VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS DE TRÊS POPULAÇÕES DE
HOPLIAS MALABARICUS (BLOCH, 1794) (ERYTHRINIDAE;
CHARACIFORMES) EM TRÊS LOCALIDADES DO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO**

IGOR CATHARINO DE SOUZA

2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS DE TRÊS POPULAÇÕES DE
HOPLIAS MALABARICUS (BLOCH, 1794) (OSTARIOPHYSI;
CHARACIFORMES; ERYTHRINIDAE) NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

IGOR CATHARINO DE SOUZA

Sob a Orientação do Professor
Dr. Francisco Gerson de Araújo

Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal da UFRRJ
como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre em**
Ciências em Biologia Animal.

**Seropédica, RJ
2009**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

IGOR CATAHARINO DE SOUZA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências – Biologia Animal.

Francisco Gerson Araújo – UFRRJ
Orientador

Helio Ricardo Silva – UFRRJ

Marcelo Ribeiro de Brito – MN/DV

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Luis Antônio de Souza e Eliane Catharino de Souza, sem os quais nada na minha vida seria possível.

A meu irmão Alex Catharino de Souza e irmã Luiane Catharino de Souza, pelo companheirismo, apoio e alegria que temos quando juntos.

A minha cunhada, Marcia Xavier de Brito, pelas indispensáveis traduções dos artigos que ajudaram a compor este trabalho.

Ao meu orientador, Prof. dr. Francisco Gerson Araújo, pela orientação e apoio ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Ao Prof. Hélio Ricardo da Silva, pela amizade, apoio, companheirismo e as inestimáveis conversas sobre evolução e biogeografia, as quais foram indispensáveis, tanto para minha vida como para este trabalho.

Ao Prof. Alexandre Bamberg de Araujo, pelo apoio e amizade, além das longas conversas sobre ecologia, diversidade e estatística, que foram fundamentais para a elaboração e conclusão desta dissertação, assim como pra minha vida.

Ao Prof. Carlos Esberad, pelas valiosas duvidas esclarecidas sobre estatísticas, e seus conselhos sobre elaboração de um trabalho científico, todas aplicadas nesta dissertação.

Aos meus grandes e velhos amigos Henrique Goffi Paternostro e Flavia Goffi Paternostro, pelo grande apoio nos momentos mais difíceis, e por serem sempre um porto seguro em momentos de tempestade, e não foram poucos.

Agradeço aos meus amigos Piktor Benmaman, Fernando Antônio, Felipe Cito, Gustavo Tato, Tiago Rodrigues, Leonardo Neves, Hamilton Hissa e muitos outros aqui não mencionados, mas não esquecidos, pelos inesquecíveis momentos de alegrias e as festas memoráveis nos anos de Rural.

E também agradeço meus inimigos e a todos aqueles que mandaram energias negativas, pois esta vitória também foi motivado por eles, pois ver o desgosto deles tornou minha vitória ainda mais saborosa!

Sumário

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
3.1 ÁREA DE ESTUDO	4
3.2 COLETA DE DADOS.....	7
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	11
4. RESULTADOS	14
4.1 Caracteres Morfométricos	14
4.1.1 Resultados Univariados	14
4.1.2 Resultados Multivariados	61
4.2 Caracteres Merísticos	65
4.2.1 Resultados Univariados	65
4.2.2 Resultados Multivariados	71
5 DISCUSSÃO	74
6 CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA.....	78

RESUMO

Catharino de Souza, Igor. **Variações morfológicas de três populações de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Ostariophysi; Characiformes; Erythrinidae) no estado do Rio de Janeiro**. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

A traíra, *Hoplias malabaricus*, é um Erythrinidae de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em todas as grandes bacias hidrográficas da América do Sul que deságuam no Oceano Atlântico. As séries de glaciações que ocorreram no Pleistoceno provocaram sucessivas regressões e transgressões no nível dos oceanos. Estas variações no nível marinho possibilitaram que muitas das atuais drenagens costeiras independentes formassem complexas redes fluviais, o que provavelmente permitiu livre deslocamento da biota aquática, formando comunidades com populações continuamente distribuídas, incluindo as populações de *Hoplias malabaricus*. Devido sua ampla distribuição, comportamento sedentário, não migratório, e grande variabilidade cariotípica já registrado na literatura, está é uma espécie com situação taxonômica confusa. Este conjunto de particularidades torna *H. malabaricus* um bom modelo para estudos de variações morfológicas geográficas, decorrentes de efeitos vicariantes das transgressões marinhas do final do Pleistoceno. Este trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de eventuais variações morfológicas de *H. malabaricus* em três localidades próximas geograficamente (distantes menos de 70km uma das outras): os rios Paraíba do Sul e Guandu, e Lagoa Vermelha, situada na Ilha da Marambaia, todos no estado do Rio de Janeiro. Para verificação das variações foram utilizados 39 caracteres morfométricos e 6 merísticos, os dados referentes à cabeça foram comparados com o tamanho da cabeça, enquanto que os dados referentes ao corpo foram comparados com o comprimento padrão. Os dados morfométricos brutos foram inicialmente analisados através da ANCOVA para comparações nos coeficientes lineares e constantes angulares. A distorção causada pelo efeito de tamanho será corrigida pela da transformação dos dados brutos utilizando a metodologia de Thorpe. Para comparações do tamanho dos caracteres entre as três localidades foi utilizada a ANOVA, seguido do teste de Tukey para comparação das médias. Apenas os dados que apresentaram diferenças significativas nas análises ANOVA e ANCOVA foram utilizados para comparações entre as populações. Análise dos Componentes Principais e Análise Discriminante foram utilizadas para determinar padrões de variação. Os resultados

mostraram que os espécimes da Lagoa Vermelha possuem as medidas da cabeça e tamanho das nadadeiras comparativamente maiores que as demais localidades, já os espécimes do rio Guandu caracterizaram-se pelo maior comprimento das bases das nadadeiras, e os espécimes do rio Paraíba do Sul possuem a nadadeira dorsal em posição posterior. Por outro lado, a análise dos dados merísticos não mostrou diferenças entre as três localidades. Com base nas diferenças morfométricas foi possível distinguir três grupos de *H. malabaricus*, com maior diferença para a população da Lagoa Vermelha, e uma maior proximidade para as populações dos rios Guandu e Paraíba do Sul.

Palavras-chave: Traíras; morfologia; variações geográficas; rio Guandu; rio Paraíba do Sul; Lagoa Vermelha.

ABSTRACT

Catharino de Souza, Igor. **Morphological changes in three populations of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Ostariophysi; Characiformes; Erythrinidae) in the Rio de Janeiro**. 2008. Dissertation (Máster of Science in Animal Biology). Institute of Biologia, Departament of Animal Biology, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Hoplias malabaricus is a fish species of the Erythrinidae family widely distributed, occurring in all large watersheds from South America which drains into Atlantic Ocean. Glaciations that occur in Pleistocene resulted in successive regressions and transgression of the sea level, and such variation gave shape to a serie of the present coastal independent drainages forming complex fluvial networks. This probably favored the spread of the aquatic biota, forming communities with populations continuously distributed, among them, *Hoplias malabaricus*. This species have wide distribution, sedentary habits, non-migratory behaviour and have high karyotypic variability already recorded in the current literature, which result in some confusion in its taxonomic position. These particularities make *H. malabaricus* a good exemple to test models of geographic morphologic variations, resultant from effects of marine vicariance transgression in the late Pleistocene. This study amis to assess eventual morphological changes in *H. malabaricus* in three areas close geographically (far about 70 km from each other): the rivers Paraíba do Sul and Guandu, and Red lagoon, locvated in Marambaia Isle, all of them located in Rio de Janeiro State. A total of 39 morphological and 6 meristics characters were examined, with some of them compared to head lenght and others compared to total standard. Morphometric raw data were analysed using ANCOVA to compare for differences in regressions slopes and y-intercept. To avoid distortions associated to size effect, morphometrics raw data were transformed by using the Thorpe methodology. Means size of the characters were compared among fishes from the three areas by using ANOVA, followed by a Tukey post-hoc test. Character that showed significant differences according to ANOVA and ANCOVA were used to compare among the populations. Principal Component Analysis and Discriminant Analysis were used to determine eventual geographic patterns to separete specimens among the spatial factor. Specimens from Red Lagoon had comparatively higher head, fins size than the rivers species. Specimens from Guandu have comparatively larger fin base, while specimens from Paraiba do Sul have dorsal fin a more distal position. On the other hand, meristic characters did not separate specimens from the

three areas. According to morphometric differences it is possible to discriminate the three groups of *H. malabaricus*, especially the population from Red Lagoon, and a closer proximity for populations from Guandu and Paraíba do Sul river.

Key words: Thraíras; morphology; geographic variations; Guandu river; Paraíba do Sul river; Red Lagoon.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Resultados da ANCOVA, para comparação da constante de regressão e do coeficiente angular, e da ANOVA para comparação dos caracteres morfométricos entre as três localidades.....	14
Tabela 2: Valores mínimos e máximos da altura da cabeça.....	15
Tabela 3: Valores mínimos e máximos do comprimento superior da cabeça.....	15
Tabela 4: Teste de Tukey para comparação da altura da cabeça entre as três localidades.....	16
Tabela 5: Valores mínimos e máximos da largura da mandíbula.....	17
Tabela 6: Teste de Tukey para comparação da largura da mandíbula entre as três localidades.....	18
Tabela 7: Valores mínimos e máximos do comprimento da mandíbula.....	19
Tabela 8: Teste de Tukey para comparação do comprimento da mandíbula entre as três localidades.....	20
Tabela 9: Valores mínimos e máximos do comprimento da maxila.....	21
Tabela 10: Teste de Tukey para comparação do comprimento da maxila entre as três localidades.....	22
Tabela 11: Valores mínimos e máximos do comprimento da face.....	23
Tabela 12: Teste de Tukey para comparação do comprimento da face entre as três localidades.....	24
Tabela 13: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-nasal.....	25
Tabela 14: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-nasal entre as três localidades.....	26
Tabela 15: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-ocular.....	27
Tabela 16: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-ocular entre as três localidades.....	28
Tabela 17: Valores mínimos e máximos do diâmetro ocular.....	29
Tabela 18: Teste de Tukey para comparação do diâmetro ocular entre as três localidades.....	30
Tabela 19: Valores mínimos e máximos do comprimento do aparato opercular.....	31
Tabela 20: Teste de Tukey para comparação do comprimento do aparato opercular entre as três localidades.....	32
Tabela 21: Valores mínimos e máximos da altura do corpo.....	33

Tabela 22: Teste de Tukey para comparação da altura do corpo entre as três localidades.....	34
Tabela 23: Valores mínimos e máximos da largura do corpo.....	35
Tabela 24: Teste de Tukey para comparação da largura do corpo entre as três localidades.....	36
Tabela 25: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-dorsal.....	37
Tabela 26: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-dorsal entre as três localidades.....	38
Tabela 27: Valores mínimos e máximos do comprimento da nadadeira dorsal.....	39
Tabela 28: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira dorsal entre as três localidades.....	40
Tabela 29: Valores mínimos e máximos da altura da nadadeira dorsal.....	41
Tabela 30: Teste de Tukey para comparação da altura da nadadeira dorsal entre as três localidades.....	42
Tabela 31: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-peitoral.....	43
Tabela 32: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-peitoral entre as três localidades.....	44
Tabela 33: Valores mínimos e máximos do comprimento da base da nadadeira peitoral.....	45
Tabela 34: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira peitoral entre as três localidades.....	46
Tabela 35: Valores mínimos e máximos do comprimento da nadadeira peitoral.....	47
Tabela 36: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira peitoral entre as três localidades.....	48
Tabela 37: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-pélvica.....	49
Tabela 38: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-pélvica entre as três localidades.....	50
Tabela 39: Valores mínimos e máximos do comprimento da base da nadadeira pélvica.....	51
Tabela 40: Teste de Tukey para comparação do comprimento da base da nadadeira pélvica entre as três localidades.....	52
Tabela 41: Valores mínimos e máximos do comprimento da nadadeira pélvica.....	53
Tabela 42: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira pélvica entre as três localidades.....	54
Tabela 43: Valores mínimos e máximos da altura da nadadeira anal.....	55
Tabela 44: Teste de Tukey para comparação da altura da nadadeira anal entre as três localidades.....	56
Tabela 45: Valores mínimos e máximos do comprimento entre anal e caudal.....	57

Tabela 46: Teste de Tukey para comparação do comprimento entre anal e caudal entre as três localidades.....	58
Tabela 47: Valores mínimos e máximos da altura do pedúnculo.....	59
Tabela 48: Teste de Tukey para comparação da altura do pedúnculo caudal entre as três localidades.....	60
Tabela 49: Peso dos caracteres morfométricos sobre os dois primeiros fatores da análise dos componentes principais.....	62
Tabela 50: Peso dos caracteres morfométricos selecionados pelo método passo a passo (stepwise) para os dois primeiros fatores da análise discriminante.....	63
Tabela 51: Matriz de classificação da análise discriminante dos dados morfométricos.....	64
Tabela 52: Número de indivíduos corretamente classificados nas localidades com base nos caracteres morfométricos por meio do método Jackknifing da análise discriminante.....	64
Tabela 53: Variação do número de escamas da linha lateral de acordo com as localidades.....	65
Tabela 54: Teste de Tukey para comparação do número de escamas da linha lateral entre as localidades.....	65
Tabela 55: Variação do número de raios da nadadeira dorsal de acordo com as localidades...	66
Tabela 56: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira dorsal entre as localidades.....	66
Tabela 57: Variação do número de raios da nadadeira peitoral de acordo com as localidades.	67
Tabela 58: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira peitoral entre as localidades.....	67
Tabela 59: Variação do número de raios da nadadeira pélvica de acordo com as localidades..	68
Tabela 60: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira pélvica entre as localidades.....	68
Tabela 61: Variação do número de raios da nadadeira anal de acordo com as localidades.....	69
Tabela 62: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira anal entre as localidades.....	69
Tabela 63: Variação do número de raios da nadadeira caudal de acordo com as localidades...	70
Tabela 64: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira caudal entre as localidades.....	70
Tabela 65: Valor dos fatores da análise dos componentes principais para os caracteres merísticos.....	71
Tabela 66: Peso dos caracteres merísticos para as três localidades.....	73
Tabela 67: Matriz de classificação da análise discriminante dos dados merísticos.....	73

Tabela 68: Número de indivíduos corretamente classificados por localidades com base nos caracteres merísticos por meio do método Jackknifing da análise discriminante.....73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: I- Mapa do Estado do Rio de Janeiro com os três ambientes amostrados (1 Região do Médio Paraíba do Sul; 2 bacia do rio Guandu; 3 Ilha da Marambaia); II- Imagem de satélite da Ilha da Marambaia (quadrado vermelho mostra a localização da Lagoa Vermelha); III- Imagem de satélite da Lagoa Vermelha; IV- Foto da margem da Lagoa Vermelha; V- Imagem de satélite da represa da CEDAE, no rio Guandu, local onde os espécimes foram coletados. Área amarela corresponde a bacia do rio Paraíba do Sul, área verde são as pequenas bacias costeiras do estado, dentre elas a do rio Guandu e Ilha da Marambaia, área azul pertence ao rio Itabapoana.....	6
Figura 2: Caracteres morfológicos de <i>Hoplias malabaricus</i>	7
Figura 3: Caracteres merísticos de <i>Hoplias malabaricus</i>	10
Figura 4: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura da cabeça sobre o comprimento superior da cabeça.....	15
Figura 5: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura da cabeça.....	16
Figura 6: Gráfico de dispersão e retas de regressão da largura da mandíbula sobre o comprimento superior da cabeça.....	17
Figura 7: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da largura da mandíbula.....	18
Figura 8: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da mandíbula sobre o comprimento superior da cabeça.....	19
Figura 9: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da mandíbula.....	20
Figura 10: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da maxila sobre comprimento superior da cabeça.....	21
Figura 11: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da maxila.....	22
Figura 12: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da face sobre comprimento superior da cabeça.....	23
Figura 13: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da face.....	24
Figura 14: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-nasal sobre comprimento superior da cabeça.....	25

Figura 15: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-nasal.....	26
Figura 16: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-ocular sobre comprimento superior da cabeça.....	27
Figura 17: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-ocular.....	28
Figura 18: Gráfico de dispersão e retas de regressão do diâmetro ocular sobre o comprimento superior da cabeça.....	29
Figura 19: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) diâmetro ocular.....	30
Figura 20: Gráfico de dispersão do comprimento do aparato opercular sobre o comprimento médio da cabeça.....	31
Figura 21: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento do aparato opercular.....	32
Figura 22: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura do corpo sobre o comprimento padrão.....	33
Figura 23: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura do corpo.....	34
Figura 24: Gráfico de dispersão e retas de regressão da largura do corpo sobre o comprimento padrão.....	35
Figura 25: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da largura do corpo.....	36
Figura 26: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-dorsal sobre o comprimento padrão.....	37
Figura 27: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-dorsal.....	38
Figura 28: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da nadadeira dorsal sobre o comprimento padrão.....	39
Figura 29: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da nadadeira dorsal.....	40
Figura 30: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura da nadadeira dorsal sobre o comprimento padrão.....	41
Figura 31: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura da nadadeira dorsal.....	42

Figura 32: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-peitoral sobre comprimento padrão.....	43
Figura 33: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-peitoral.....	44
Figura 34: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da base da nadadeira peitoral sobre o comprimento padrão.....	45
Figura 35: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da base da nadadeira peitoral.....	46
Figura 36: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da nadadeira peitoral sobre o comprimento padrão.....	47
Figura 37: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da nadadeira peitoral.....	48
Figura 38: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-pélvica sobre o comprimento padrão.....	49
Figura 39: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-pélvica.....	50
Figura 40: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da base da nadadeira pélvica sobre o comprimento padrão.....	51
Figura 41: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da base da nadadeira pélvica.....	52
Figura 42: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da nadadeira pélvica sobre o comprimento padrão.....	53
Figura 43: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da nadadeira pélvica.....	54
Figura 44: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura da nadadeira anal sobre o comprimento padrão.....	55
Figura 45: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura da nadadeira anal.....	56
Figura 46: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento entre anal e caudal sobre o comprimento padrão.....	57
Figura 47: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento entre anal e caudal.....	58
Figura 48: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura do pedúnculo caudal sobre o comprimento padrão.....	59

Figura 49: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura do pedúnculo caudal.....	60
Figura 50: Diagrama de ordenação dos dados morfométricos pela análise dos componentes principais.....	61
Figura 51: Projeção das variáveis morfométricas utilizadas na análise dos componentes principais.....	62
Figura 52: Variação dos autovalores dos 23 caracteres morfométricos utilizados na análise dos componentes principais.....	63
Figura 53: Diagrama de ordenação dos dados morfométricos pela análise discriminante pelo método stepwise.....	64
Figura 54: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de escamas da linha lateral das três localidades.....	65
Figura 55: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira dorsal.....	66
Figura 56: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira peitoral.....	67
Figura 57: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira pélvica.....	68
Figura 58: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira anal.....	69
Figura 59: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira caudal.....	70
Figura 60: Diagrama de ordenação da análise dos componentes principais das localidades em relação aos caracteres merísticos.....	71
Figura 61: Projeção das variáveis merísticas utilizadas na análise dos componentes principais.....	72
Figura 62: Variação dos autovalores dos 6 caracteres merísticos utilizados na análise dos componentes principais.....	72
Figura 63: Análise discriminante dos caracteres merísticos para as três localidades.....	73

1 INTRODUÇÃO

A família Erytrínidae compreende um pequeno grupo de Characiformes piscívoros conhecidos popularmente como traíras, jejus e marobás. Esta família é composta pelos gêneros, *Erythrinus* Scopoli, 1777, *Hoplerythrinus* Gill, 1895, e *Hoplias* Gill, 1903, ocorrendo desde a Costa Rica até o rio Colorado na Argentina (Oyakawa, 2003). Os gêneros *Erythrinus* e *Hoplerythrinus* incluem peixes de pequeno porte, enquanto *Hoplias* é composto por peixes de grande e médio porte, sendo o gênero com maior distribuição.

Oyakawa (1990), reconhece dois grupos distintos dentro do gênero *Hoplias*. O primeiro grupo, “malabaricus”, é monotípico e representado pela espécie *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) que pode ser diferenciado das demais espécies do gênero pela presença de dentes na superfície da língua, sempre quatro poros no sistema látero-sensorial cefálico em cada lado do dentário, e as margens inferiores do dentário convergindo em direção à sínfise mandibular. Já o segundo grupo, “lacerdae”, apresenta um maior número de tipos, muitos endêmicos e descritos com base em caracteres de reduzido valor taxonômico para delimitação de espécie. Em um catálogo dos peixes de água doce neotropicais, Oyakawa (2003) reconheceu nove espécies para o gênero, mas sugere a existência de formas ainda não descritas, reforçando a ideia de uma situação taxonômica confusa para o táxon (Pereira 2005).

O estudo da variação geográfica remonta ao período de Darwin e Wallace, em meados do século XIX, e tem sido uma das mais importantes abordagens para entendimento dos mecanismos de evolução. Muitas hipóteses evolutivas somente podem ser testadas pelo exame dos organismos sobreviventes, devido aos vários eventos históricos evolutivos, os quais são inacessíveis à observação direta. Tal observação tem indicado que a evolução é geralmente um processo gradual, uma vez que as diferenças entre populações variam desde incomensuravelmente pequenas, passando por vários graus de diferenciação, até distintos níveis comportamentais, cromossômicos e de desenvolvimento, que são característicos das diferentes espécies. As novas espécies devem, portanto, ser formadas pelos mesmos processos que originam as diferenças genéticas entre populações coespecíficas (Futuyma, 1997).

A variação geográfica é um fenômeno populacional que contribui substancialmente para o conhecimento da natureza da espécie, demonstrando a inutilidade do conceito tipológico de espécie. Este fator também permite concluir que grande parte da variação, se não toda ela, é adaptativa, em respostas às necessidades do ambiente variável. Alguns componentes variáveis do fenótipo, tais como tamanho e proporções corporais, são, em geral,

claramente adaptativos. A variação geográfica de outros componentes, tais como certos padrões de cor, não parece ser diretamente adaptativa, mas frequentemente pode ser demonstrado, por análise apropriada, que esses fenótipos “neutros” são a manifestação externa de genótipos que simultaneamente controlam caracteres fisiológicos crípticos estabelecidos e mantidos pela seleção natural (Mayr, 1977).

Muitos trabalhos sobre diferenciação geográfica têm sido feitos (Adamowicz *et al* 2008; Bansemer *et al* 2002; Corti & Crosett, 1996; D'Anatro & Loureiro, 2005; Evans *et al*.2008; Feulner *et al* 2007; Guill *et al* 2003; Hanken *et al* 1992; Justes *et al* 2001; Klingenberg *et al* 2003; Langerhans *et al* 2007; dentre outros). Peixes de água doce são, em geral, ótimos modelos para a investigação de variações geográficas, principalmente quando se trata de Ostariophysii. Por ser um clado primariamente de água doce, a grande maioria de seus representantes é incapaz de sobreviver em ambientes de água salgada ou salobra, tendo dispersão entre diferentes corpos d'águas depende de conexão direta entre estes, o que acaba refletindo mudanças geomorfológicas e ambientais ocorridas na região. Embora a escala temporal destes eventos seja extremamente variáveis, esta pode ser reconstruída através do grau de divergências fenotípicas e/ou genotípicas (Rüber & Adams 2001; Neves & Monteiro 2003; Briggs 2005; Buckup *et al* 2007; Chang 2008; dentre outros).

As bacias costeiras do leste do Brasil compreende uma serie de bacias de pequeno e médio porte que drenam para o Oceano Atlântico, sendo oficialmente subdivididas por critérios geográficos, não levando em conta suas origens geomorfológicas e relacionamentos dos táxon existentes. Normalmente o grau de relacionamento entre essas bacias, quando verificado, só leva em conta o endemismo das espécies encontradas, apenas em trabalhos recentes variações intraespecíficas tem sido utilizados para avaliar o relacionamento das bacias hidrográficas, como Dergam *et al* (2002), e Pereira (2005).

Durante o período Pleistoceno ocorreu uma serie de glaciações provocaram grandes oscilações no nível do mar, que a cerca de 17500 anos A.P. chegou a ficar 130m abaixo do nível atual. Essas regressões deixaram exposta a plataforma continental, o que possibilitou uma conexão entre as drenagens costeira, formando sistemas mais complexos. Muito provavelmente, durante este período, a biota aquática desses rios pode se deslocar livremente, formando comunidades com populações continuamente distribuídas. Mais recentemente, há aproximadamente cinco mil anos, o nível médio marinho chegou aos patamares atuais, tornando os rios, e conseqüentemente as populações fluviais, desconectados.

Entre os grupos de peixes estudados num contexto filogeográfico das bacias sul-americanas encontra-se *Hoplias malabaricus*. Está espécie destaca-se, principalmente, por ter

ampla distribuição no continente, possuir hábito sedentário, não migratório e apresentar cuidado parental (Sant'ana, 2006). Diferenças genéticas têm sido encontradas em *H. Malabaricus*, e a despeito de sua homogeneidade morfológica ele apresenta uma grande diversidade cariotípica, tendo sido reconhecido por Bertollo *et al* (2000) sete cariotípos, envolvendo variação do número diplóide, morfologia cromossômica e, em alguns casos, presença de sistema de cromossomos sexuais. Este conjunto de características faz com que esta espécie seja um ótimo modelo para estudos de efeitos vicariantes das mudanças geológicas e climáticas das bacias hidrográficas. Outros trabalhos visando diferenças populacionais em espécies de ampla distribuição já foram feitos, como Shibatta & Hoffmann (2005), mostrando que é possível verificar divergências morfológicas, e caracterizar populações.

O presente trabalho tem como objetivo principal verificar eventuais variações morfológicas de *H. malabaricus* em três localidades diferentes, rios Paraíba do Sul e Guandu, e Lagoa Vermelha, todos no Estado do Rio de Janeiro, e verificar a possibilidade de caracterizar estas populações, assim como um possível grau de relacionamento entre elas, utilizando para isso uma metodologia simples que apenas use caracteres morfo-merísticos de fácil aferição e visualização. A hipótese a ser testada é de que o isolamento geográfico das populações desta espécie, especialmente entre os dois rios e a Lagoa Vermelha poderiam estar conduzindo à diferenciação de forma entre estas populações.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é fazer uma caracterização morfométrica e merística de *H. malabaricus*, em três diferentes localidades, afim de verificar possíveis variações que em caracterizem os espécimes de cada localidade. Para isso será utilizada uma metodologia baseada em caracteres morfo-merísticos de estruturas externas que tenham algum valor taxonômico, e que indique diferenças de forma, sendo ao mesmo tempo de fácil observação e medição, tanto em campo como em laboratório. Também objetivou-se dar suporte metodológico para a melhor identificação de padrões regionais e populacionais de variações morfológicas em espécies de ampla distribuição, gerando mais dados para pesquisas relacionadas a biogeografia, taxonomia e conservação da biodiversidade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Foram escolhidas três áreas que apresentam proximidade geográfica, e que ao mesmo tempo possuíssem barreiras para o livre deslocamentos dos espécimes em questão. A Lagoa Vermelha foi escolhida devido sua localização na Ilha da Marambaia, o que possibilita um excelente isolamento de populações continentais. O rio Guandu, é o principal contribuinte da Baía de Sepetiba, onde se encontra a Ilha da Marambaia. O rio Paraíba do Sul, que além de ser o principal rio do estado, possui uma ligação recente e artificial com o rio Guandu, que originalmente era isolado pelas serras costeiras. Todas as três localidades se encontram num raios aproximado de 70km umas das outras (Figura 1, I).

A Ilha da Marambaia delimita a porção sul da Baía de Sepetiba, é conectada ao continente por um cordão arenoso chamada de Restinga da Marambaia. A Lagoa Vermelha está localizada na parte leste da ilha (Figura 1, II), cercada por floresta inundável, é alimentada por um pequeno córrego, sendo este cercado por floresta. A lagoa não se conecta com o mar, mas fica a cerca de 400m da praia de mar aberto, possuindo água doce e escura, possuindo cerca de 850m comprimento e 440m na parte mais larga, possui margens inundável com arvores de grande porte, o substrato é recoberto por uma camada acentuada de serrapilheira, tudo sustentado por um emaranhado de raízes, que em boa parte, fica sobre a água, terminado abruptamente no espelho d'água, com muitos galhos e raízes na borda.

O Rio Guandu é o principal curso d'água da Bacia de Sepetiba, tendo sua área de drenagem uma superfície de 1.430 km², totalmente inserida no estado do Rio de Janeiro,

constituindo um curso de aproximadamente 90 km. Visando aumentar a capacidade de geração hidrelétrica de seu sistema, a LIGHT realizou uma série de obras, finalizadas em 1952, para permitir a transposição de águas dos Rios Paraíba do Sul para o Ribeirão das Lajes, que é um dos formadores do rio Guandu. Atualmente a vazão do Rio Guandu é majoritariamente constituída pela descarga do Ribeirão das Lajes (SEMADS 2001). Também existe no Rio Guandu, uma represa destinada a captação de água para abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro, a Represa da CEDAE (Figura 1).

O Rio Paraíba do Sul compreende a maior bacia hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro, contemplando uma área de 57.000 km², da área total, 22.600 km² pertencem ao Estado do Rio de Janeiro (39,6 %). O Rio Paraíba do Sul, com 1.137 km de comprimento, nasce na Serra da Bocaina, e da confluência de seus formadores (Paraitinga e Paraibuna) até a foz, em São João da Barra, o rio Paraíba do Sul apresenta uma extensão de cerca de 900 km (SEMADS 2001). Situado em uma das poucas regiões do país de relevo muito acidentado, que chega a mais de 2.000 m nos pontos mais elevados, das poucas áreas planas existentes destacam-se o delta do Paraíba, com uma extensa planície flúvio-marinha, e ao longo do da região média e de alguns de seus maiores afluentes, planícies fluviais, pouco extensas, destacando-se as bacias sedimentares de Taubaté (SP) e Resende (RJ) (Campos. 2001). Primitivamente, as atuais cabeceiras do Tietê e do Paraíba do Sul formavam uma bacia costeira, e o atual médio Paraíba do Sul um grande lago, no Mioceno recente e médio (20 – 11,8 ma), o soerguimento da Soleira do Arujá provocou a separação definitiva das bacias do Tietê Paraíba do Sul, estabelecendo suas atuais configurações (Pinto 2008 *apud* Lundberg et al. 1998; Riccomini et al., 1991).

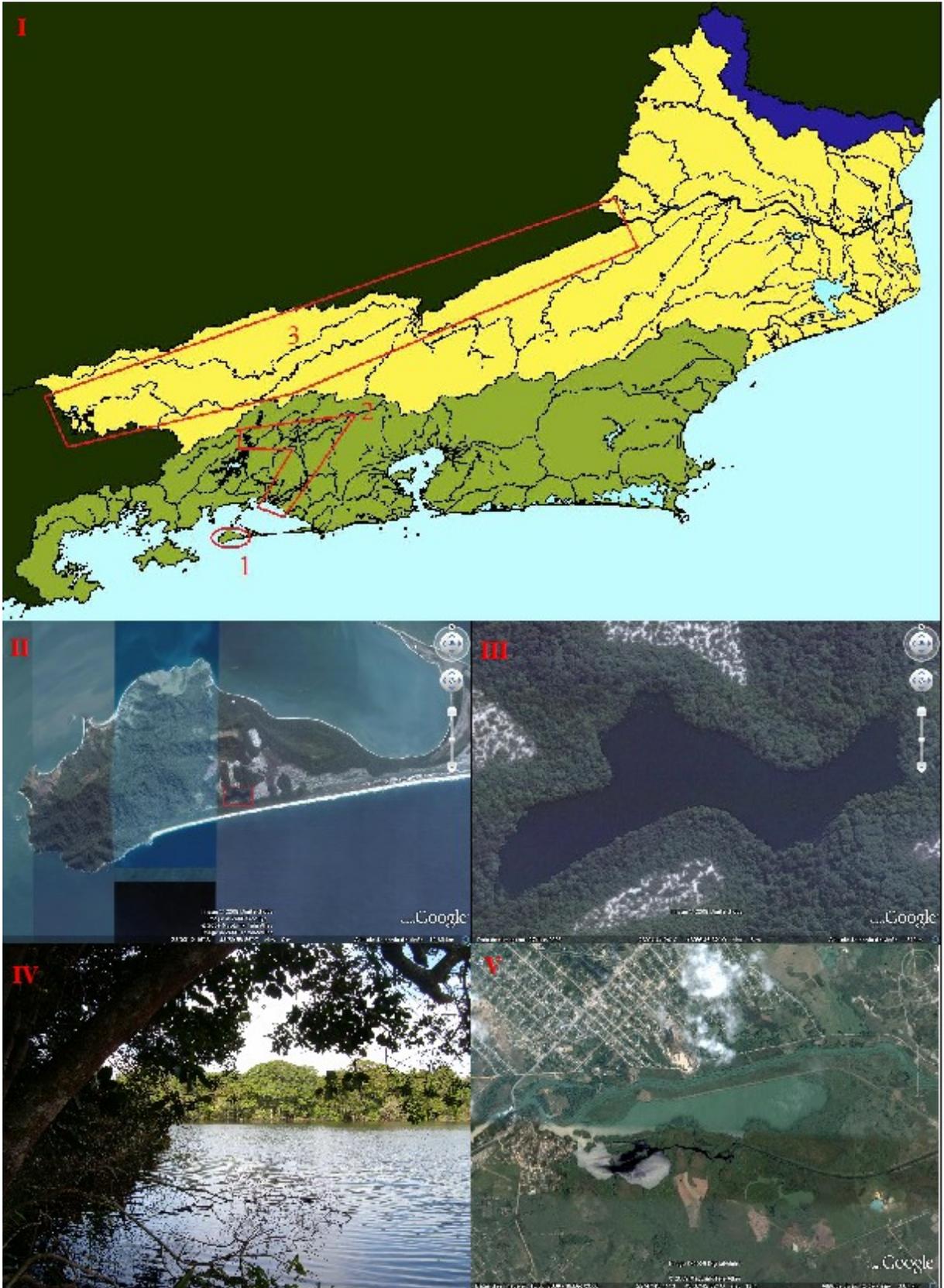


Figura 1: I- Mapa do Estado do Rio de Janeiro com os três ambientes amostrados (1 Região do Médio Paraíba do Sul; 2 bacia do rio Guandu; 3 Ilha da Marambaia); II- Imagem de satélite da Ilha da Marambaia (quadrado vermelho mostra a localização da Lagoa Vermelha); III- Imagem de satélite da Lagoa Vermelha; IV- Foto da margem da Lagoa Vermelha; V- Imagem de satélite da represa da CEDAE, no rio Guandu, local onde os espécimes foram coletados. Área amarela corresponde a bacia do rio Paraíba do Sul, área verde são as pequenas bacias costeiras do estado, dentre elas a do rio Guando e Ilha da Marambaia, área azul pertence ao rio

3.2 COLETA DE DADOS

Foram examinados 68 espécimes de 3 localidades diferentes: Lagoa Vermelha, Rio Guandu e Rio Paraíba do Sul. Os exemplares do rio Paraíba do Sul eram pertencentes a coleção do Laboratório de Ecologia de Peixes (LEP/UFRRJ) e foram coletados na região do médio Paraíba do Sul, entre São José dos Campos e Além Paraíba. Os espécimes da Lagoa Vermelha foram coletados entre os dias 14 e 15 de agosto de 2007, e os espécimes do rio Guandu foram coletados entre setembro de 2007 e março de 2008. Todos os espécimes, após serem coletados, foram fixados em solução de formaldeído a 10% e posteriormente conservados em solução de etanol a 70%.

Para o estudo morfológico foram mensurados 45 caracteres, sendo 39 morfométricas (Figura 2), e 6 merísticas (Figura 3). As medidas foram feitas com paquímetro com precisão de 0,01cm. Medidas superior a 10cm foram feitas com precisão de 0,1cm. Os dados morfométricos e merísticos foram feito do lado esquerdo do corpo. A nomenclatura das estruturas corporais seguiram a denominação De Gogoy (1970).

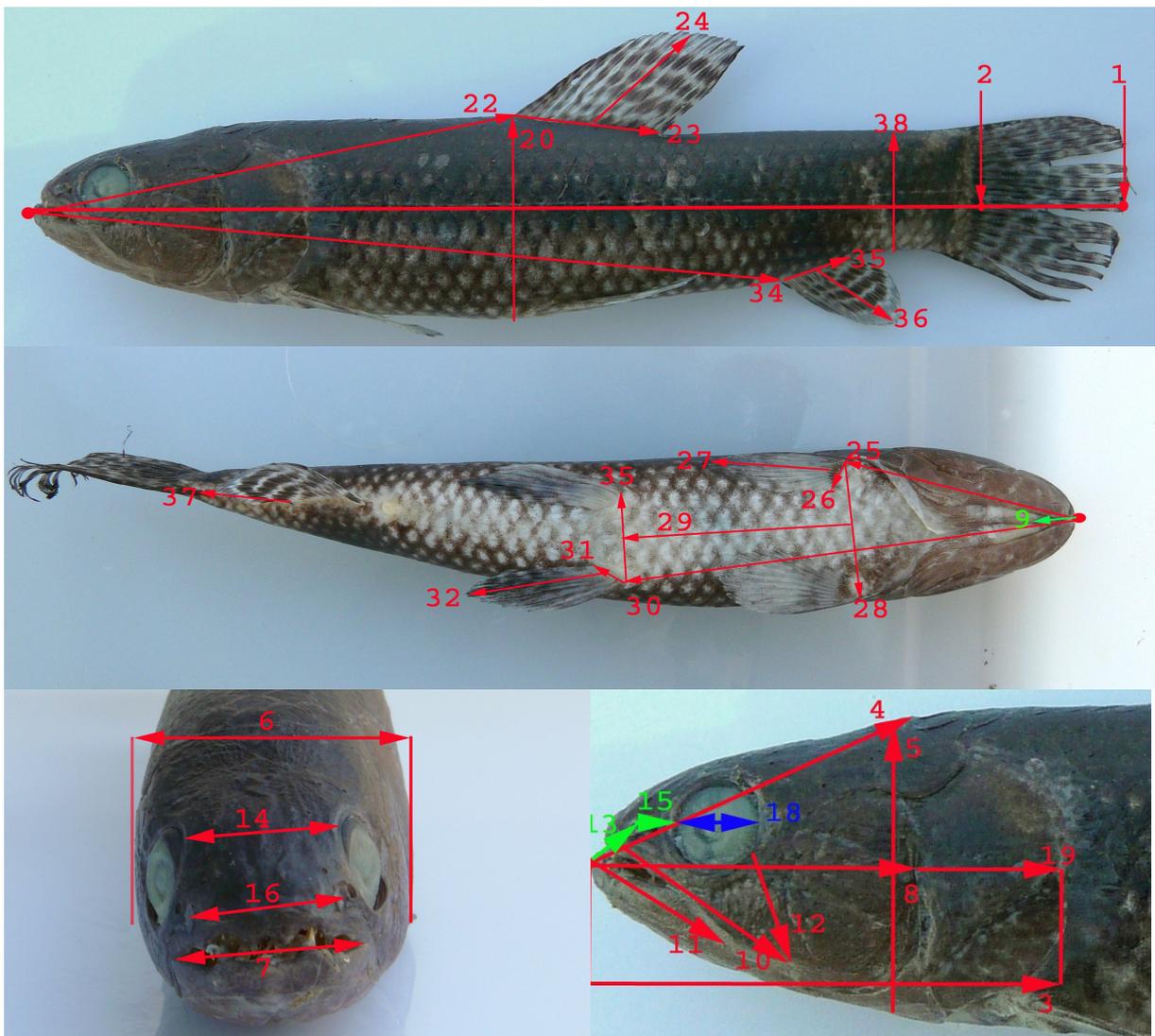


Figura 2: Caracteres morfológicos de *Hoplias malabaricus*.

Foram tomados os seguintes dados morfométricos (figura 2):

- 1) Comprimento total (CT): Distância da ponta do focinho até a extremidade dos raios da nadadeira caudal.
- 2) Comprimento padrão (CP): Distância da ponta do focinho até a junção dos hipurais com a base dos raios da nadadeira caudal, evidenciada pelo fim das escamas da linha lateral.
- 3) Comprimento da cabeça (Cc): Distância da ponta do focinho até a extremidade distal do operculo.
- 4) Comprimento Superior da cabeça (Ccm): Distância da ponta do focinho até a parte distal do osso supra-occipital, evidenciado pelo início das escamas.
- 5) Altura da cabeça (Ac): Medida no final da cabeça, onde esta apresenta maior altura.
- 6) Largura da cabeça (Lc): Medida pelo mesmo ponto anterior, pegando o início do aparato opercular.
- 7) Largura da boca (Lb): Distância entre os pontos de articulação da mandíbula
- 8) Comprimento pré aparato opercular (Co): Distância da ponta do focinho até o início do conjunto de ossos do opérculo.
- 9) Comprimento pré-conjunção dos raios branquiostegais (Crb): Distância da ponta do focinho até a junção dos raios branquiostegais com o glossohial.
- 10) Comprimento da maxila (Cmx): Distância da ponta do focinho até a junção do dentário com o articular, visível por uma linha na pele.
- 11) Comprimento da mandíbula (Cmn): Comprimento do osso maxilar, medido da ponta do focinho até o final do mesmo osso.
- 12) Comprimento da face (Cf): Distância do ponto médio da parte posterior da órbita a junção do maxilar com o suborbital.
- 13) Comprimento pré-nasal (Cpn): Distância da ponta do focinho até a primeira narina.
- 14) Comprimento entre narinas (En): Distância entre as primeiras narinas.
- 15) Comprimento nariz-olho (Eno): Distância entre a primeira narina e a margem anterior da órbita.
- 16) Comprimento entre olhos (Eo): Distância entre as margens superiores das órbitas.
- 17) Comprimento pré-ocular (do focinho) (Cpo): Distância da ponta do focinho até a margem anterior da órbita.
- 18) Diâmetro orbital (Do): Distância horizontal entre as margens ósseas anterior e posterior da órbita.
- 19) Comprimento do aparato opercular (Cop): Comprimento de todo aparato opercular, da articulação do pré-opérculo até a parte mais distal do subopérculo.

- 20) Altura do corpo (Ac): Medida na origem da nadadeira dorsal, onde o corpo apresenta maior altura.
- 21) Largura do corpo (Lc): Medida na origem da nadadeira dorsal, onde o corpo apresenta a maior largura.
- 22) Pré-dorsal (Cpd): Distância da ponta do focinho até a origem da nadadeira dorsal.
- 23) Comprimento da nadadeira dorsal (Cd): Distância que vai da base do primeiro até o último raio da nadadeira dorsal.
- 24) Altura da nadadeira dorsal (Ad): Distância da base até a extremidade do raio mais longo.
- 25) Pré-peitoral (Cppi): Distância da ponta do focinho até a base da nadadeira peitoral.
- 26) Comprimento da base da nadadeira peitoral (Cbpi): Distância entre as bases do primeiro até o último raio da nadadeira peitoral.
- 27) Comprimento da nadadeira peitoral (Cpi): Distância da base até a extremidade do raio mais longo da nadadeira peitoral.
- 28) Comprimento entre as nadadeiras peitorais (Epi): Distância entre as bases das nadadeiras peitorais.
- 29) Comprimento entre nadadeiras pares (Enp): Distância do ponto médio da distância entre as nadadeiras peitorais até o ponto médio da distância entre as nadadeiras pélvicas.
- 30) Pré-pélvica (Cppl): Distância da ponta do focinho até a base da nadadeira pélvica.
- 31) Comprimento da base da nadadeira pélvica (Cbpl): Distância entre a base do primeiro até o último raio da nadadeira pélvica.
- 32) Comprimento da nadadeira pélvica (Cpl): Distância da base até a extremidade do raio mais longo da nadadeira pélvica.
- 33) Comprimento entre as nadadeiras pélvicas (Epl): Distância entre as bases das nadadeiras pélvicas.
- 34) Pré-anal (Cpa): Distância da ponta do focinho até a base da nadadeira anal.
- 35) Comprimento da base da nadadeira anal (Cba): Distância entre as bases do primeiro até o último raio da nadadeira anal.
- 36) Altura da nadadeira anal (Aa): Distância da base até a extremidade do raio mais longo da nadadeira anal.
- 37) Comprimento entre nadadeiras anal e caudal (Eac): Distância da base do último raio da nadadeira anal até o início do raio mais ventral da nadadeira caudal.
- 38) Altura do pedúnculo caudal (Apc): Medido na menor altura do pedúnculo caudal.
- 39) Largura do pedúnculo caudal (Lpc): Largura do ponto de menor altura do pedúnculo caudal.

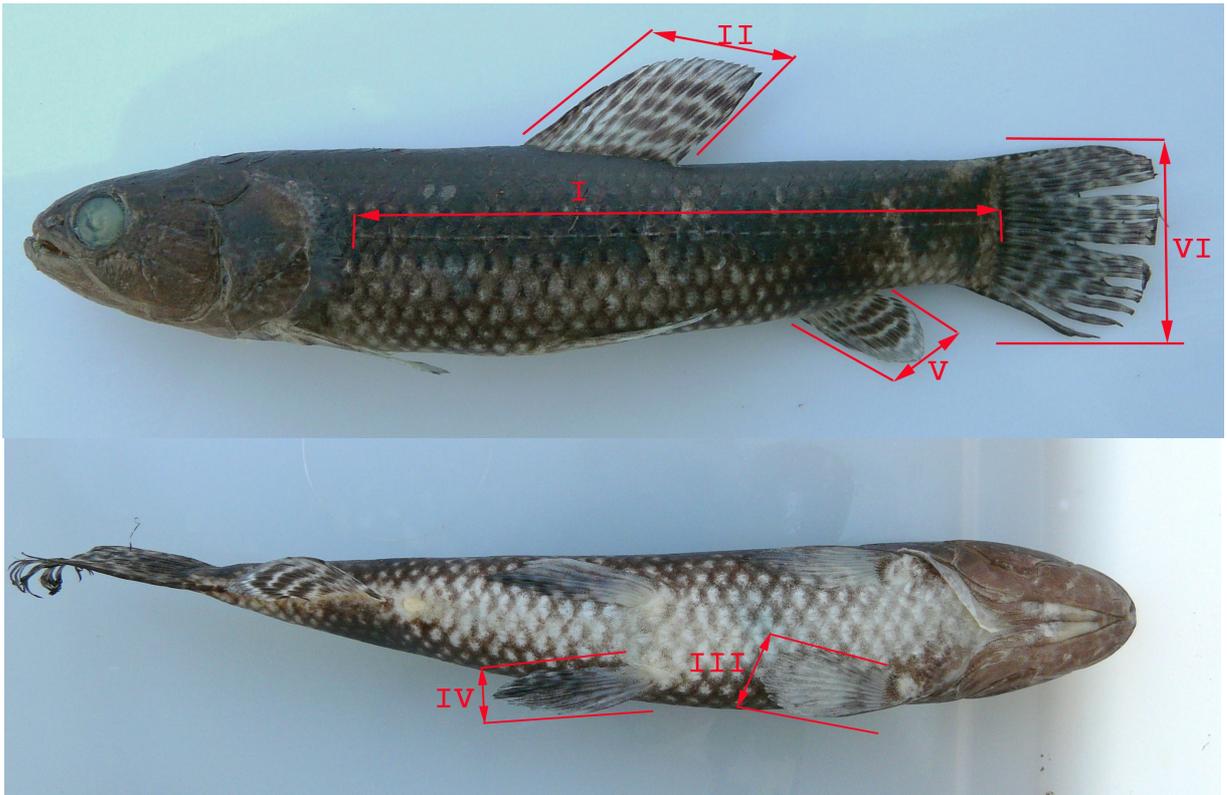


Figura 3: Caracteres merísticos de *Hoplias malabaricus*.

Foram tomados os seguintes dados merísticos (figura 3):

- I) Número de escamas da linha lateral (Ll): Contadas todas as escamas que possuem o poro característico da linha, da primeira a última.
- II) Número de raios da nadadeira dorsal (Rd): Inclui todos os raios que sustentam a membrana da nadadeira, contados pela base, independente se bifurcam ou não.
- III) Número de raios da nadadeira peitoral (Rpi): Inclui todos os raios, independente se bifurcados ou não, contados pela base.
- IV) Número de raios da nadadeira pélvica (Rpl): Inclui todos os raios, independente se bifurcados ou não, contados pela base.
- V) Número de raios da nadadeira anal (Ra): Inclui todos os raios, independente se bifurcados ou não, contados pela base.
- VI) Número de raios da nadadeira caudal (Rc): Inclui todos os raios, contados pela base, independente se bifurcam ou não.

3.3 ANALISE DE DADOS

Para os dados morfométricos, foi feita uma investigação preliminar através de gráficos de dispersão da medida de interesse contra o comprimento total, esta análise visava a determinação de eventuais dados extremos (outliers), os quais foram retirados do banco de dados. Foram estimadas, através de regressões lineares, as relações entre as variáveis morfométricas, com o comprimento superior da cabeça (Ccm) para medidas tomadas na cabeça, e comprimento padrão (CP) para medidas tomadas no corpo, para cada um dos grupos de peixes coletados nas diferentes localidades. As relações dos dados brutos foram plotados com as retas de regressão de cada localidade amostrada, e foram inspecionadas para verificar distinções entre as retas de cada localidade. Em seguida, através da análise de covariância (ANCOVA), os coeficientes lineares (a) e coeficientes da regressão (b) foram testados pra seus níveis de significância, e o F de cada relação foi determinado.

Os dados morfométricos foram transformados através do método de Thorpe conforme reportado por Scheafer (1991), para corrigir o efeito de tamanho. Esta metodologia permite ajustar os dados para que a forma seja comprada estatisticamente sem as distorções causadas pelas diferenças de tamanho entre as amostras das três localidades, através da equação:

$$\hat{Y}_i = \log_{10} Y_i - [\beta(\log_{10} X_i - \log_{10} \bar{X})]$$

Onde:

\hat{Y}_i = Ajuste logarítmico da medição do caráter no i -ésimo espécime.

Y_i = Caráter não ajustado do i -ésimo espécime.

β = Coeficiente de regressão do $\log_{10} X$ (comprimento total) contra $\log_{10} Y$ (caráter a ser analisado).

X_i = Comprimento total do i -ésimo espécime.

\bar{X} = Média geral do comprimento total.

Em seguida foi feita a análise de variância (ANOVA) de cada variável morfométrica (caráter) para comparar os espécimes das três localidades. Somente os dados que apresentaram diferenças significativas através da ANCOVA e ANOVA foram selecionados. Para estas variáveis foi aplicado o teste de Tukey para comparações das médias. Os dados selecionados foram os seguintes:

1) Sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

- Altura da cabeça (Ac)
- Largura da boca (Lm)
- Comprimento da mandíbula (Cmn)
- Comprimento da maxila (Cmx)
- Comprimento da face (Cf)
- Comprimento pré-nasal (Cpn)
- Comprimento pré-ocular (Cpo)
- Diâmetro orbital (Do)
- Comprimento do aparato opercular (Cop)

2) Sobre o Comprimento Padrão

- Altura do corpo (Ab)
- Largura do corpo (Lb)
- Pré-dorsal (Cpd)
- Comprimento da dorsal (Cd)
- Altura da dorsal (Ad)
- Pré-peitoral (Cppl)
- Comprimento da base da nadadeira peitoral (Cbpi)
- Comprimento da peitoral (Cpi)
- Pré-pélvica (Cppl)
- Comprimento da base da pélvica (Cbpl)
- Comprimento da pélvica (Cpl)
- Altura da nadadeira anal (Aa)
- Comprimento entre anal e caudal (Eac)
- Altura do pedúnculo caudal (Apc)

Para ordenar as amostras em função das 23 variáveis morfométricas selecionadas foram utilizados dois métodos de ordenação: Análise dos Componentes Principais (ACP) e a Análise Discriminante (AD). A ACP destina-se a encontrar padrões de relacionamento entre as variáveis (caracteres), independente dos grupos pré-estabelecidos (localidades) para as amostras (espécimes), construindo um novo sistema de coordenadas para o conjunto dos dados originais, gerando eixos que representa uma certa quantidade da variância dos dados, como o tamanho de cada eixo vai depender da quantidade de variância por ele explicada, quanto maior o eixo, maior sua importância para explicar o conjunto dos dados. A AD¹²

destina-se a verificar se os grupos pré-definidos (localidades) se conformam com sua pré-definição, e a partir destes grupos ela gera um novo sistema de coordenadas para novos eixos que maximizem a variância intragrupos e minimize a intergrupos, sendo possível inferir semelhanças probabilísticas de uma observação (espécimes) pertencer a um determinado grupo (localidade), possibilitando estimar, percentualmente, o número de acertos de classificação das observação dentro dos grupos pré-definidos.

4. RESULTADOS

4.1 Caracteres Morfométricos

4.1.1 Análises Univariadas

De acordo com a análise de covariância dos dados morfométricos, das vinte e três relações analisadas, onze tiveram diferenças significativas no coeficiente angular, e onze na constante da regressão, sendo três relações apresentando diferenças tanto para o coeficiente como para a constante, e quatro não apresentando diferenças entre os dois parâmetros (Tabela 1).

A análise de variância dos dados morfométricos transformados, apresentou diferenças significativas na maioria dos caracteres, com exceção de cinco (tabela 1) que apresentaram pouca variação entre as localidades ou tiveram um intervalo de confiança muito grande.

Tabela 1: Resultados da ANCOVA, para comparação da constante de regressão e do coeficiente angular, e da ANOVA para comparação dos caracteres morfométricos entre as três localidades, valores em vermelho representando valores significativos ($p < 0,05$).

Caracteres	F da ANCOVA	F Constante de Regressão	F Coeficiente Angular	F da ANOVA
Ac x Ccm	519,8915	3,7416	0,3428	10,6100
Lm x Ccm	317,6357	1,2870	0,1399	8,3800
Cmn x Ccm	484,9356	2,5369	3,6729	3,6600
Cmx x Ccm	420,9956	2,0815	4,8390	6,6800
Cf x Ccm	344,6333	1,8802	5,2695	12,0240
Cpn x Ccm	223,8524	2,2774	5,6990	5,7120
Cpo x Ccm	402,6888	0,6161	4,9983	2,2200
Do x Ccm	216,1828	9,2030	3,4052	0,1010
Cop x Ccm	261,1325	6,9592	0,6992	1,9400
Ab x CP	297,1159	2,1328	2,0479	6,1700
Lb x CP	116,5454	2,2883	3,7007	3,5200
Cpd x CP	1485,2661	1,9270	2,3782	6,1000
Cd x CP	622,2068	3,4085	0,1517	2,7300
Ad x CP	245,1366	10,0452	0,5397	10,5800
Cppi x CP	954,9915	1,2140	3,5963	0,4000
Cbpi x CP	196,3031	8,4264	1,2813	11,3343
Cpi x CP	235,4245	6,7022	4,0967	7,5200
Cppl x CP	1363,1314	0,7928	0,7297	4,1000
Cbpl x CP	191,2661	6,6583	0,4105	6,7250
Cpl x CP	239,7393	10,1081	3,1383	7,4400
Aa x CP	152,7830	10,5397	1,8684	7,9100
Eac x CP	78,6389	3,1008	3,8594	6,6070
Apc x CP	565,4853	3,4242	3,5087	3,6500

Altura da Cabeça (Ac) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

As retas de regressão dos indivíduos capturados nas três localidades apresentaram diferença significativas para as constantes de regressão (Tabela 1), com os peixes do rio Paraíba do Sul apresentando maior valor comparado com as outras duas localidades (Figura 4). Os coeficientes angulares não apresentaram diferenças significativas, com as três localidades apresentando valores muito próximos.

A análise de variância mostra que os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a cabeça mais alta que os espécimes das outras localidades (Figura 5), com média significativamente maior do que as outras localidades, conforme o teste de Tukey (Tabela 4). Já os espécimes dos rios Guandu e Paraíba do Sul tiveram médias assemelhadas e sem diferenças significativas.

Tabela 2: Valores mínimos e máximos da altura da cabeça.

Ac	n	mínimo	máximo
LVER	31	4,00	7,33
RGUA	24	3,81	6,53
RPBS	13	3,60	6,59

Tabela 3: Valores mínimos e máximos do comprimento superior da cabeça.

Ccm	n	mínimo	máximo
LVER	31	4,73	7,83
RGUA	24	4,48	8,03
RPBS	13	4,40	7,86

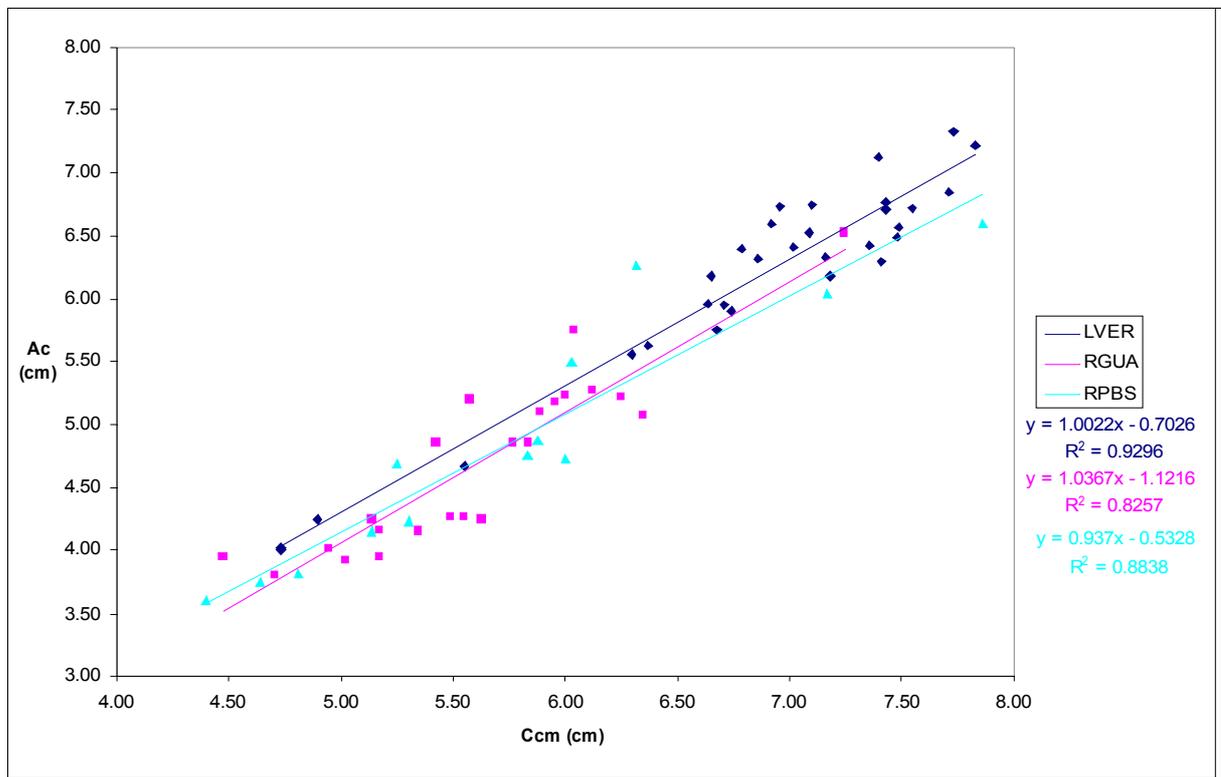


Figura 4: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura da cabeça sobre o comprimento superior da cabeça .

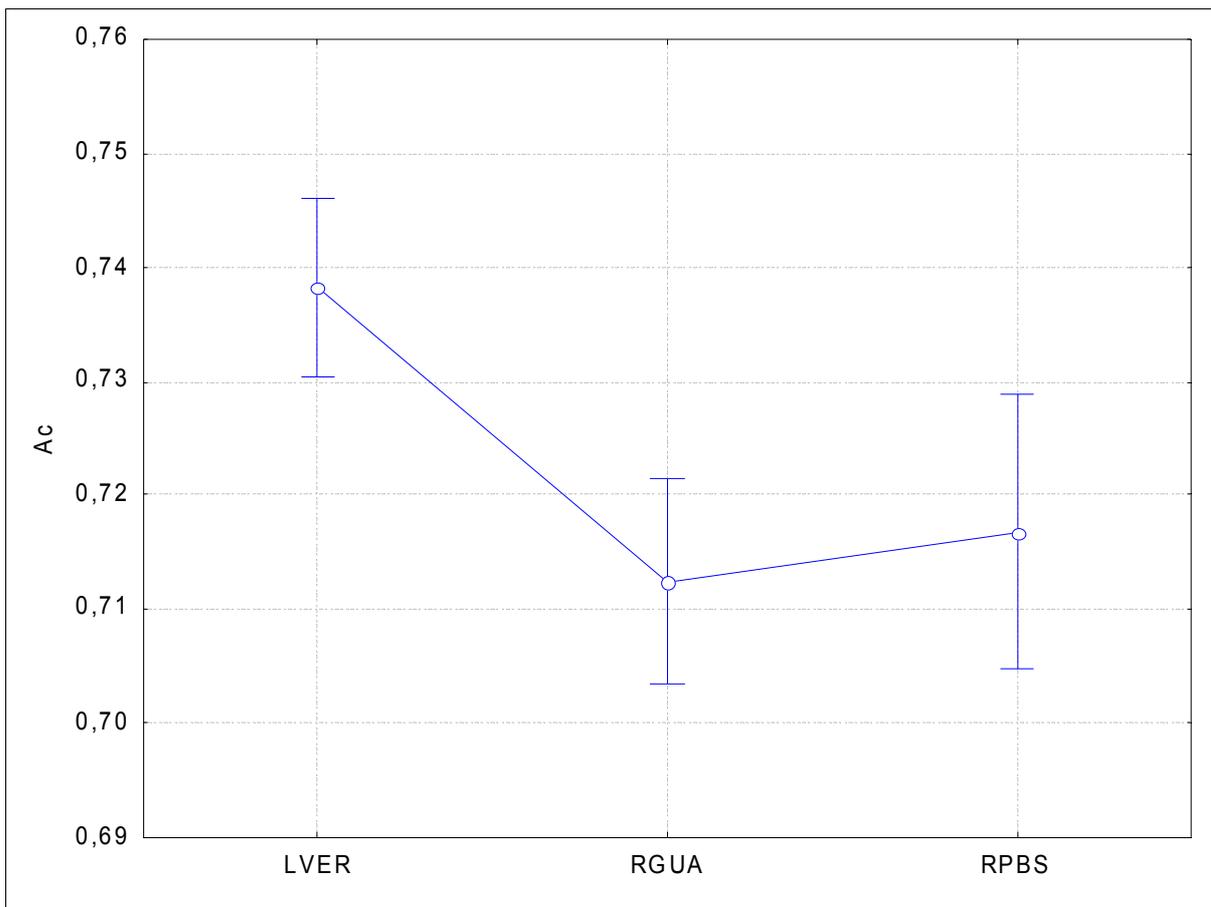


Figura 5: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura da cabeça.

Tabela 4: Teste de Tukey para comparação da altura da cabeça entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

AC	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,000259	0,010538
RGUA	0,000259		0,835207
RPBS	0,010538	0,835207	

Largura da Mandíbula (Lm) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

As retas de regressão do comprimento da mandíbula em relação ao comprimento superior da cabeça não apresentaram diferenças significativas para a constante de regressão e coeficiente angular entre as três localidades (Tabela 1).

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a mandíbula mais larga que as demais localidades estudadas (Figura 7), com o teste das médias mostrando que tais diferenças foram significativas (Tabela 6). Espécimes do rio Guandu e do rio Paraíba do Sul não apresenta diferenças significativas neste caráter.

Tabela 5: Valores mínimos e máximos da largura da mandíbula.

Lm	n	mínimo	máximo
LVER	31	2,32	5,24
RGUA	24	2,36	4,53
RPBS	13	2,07	4,72

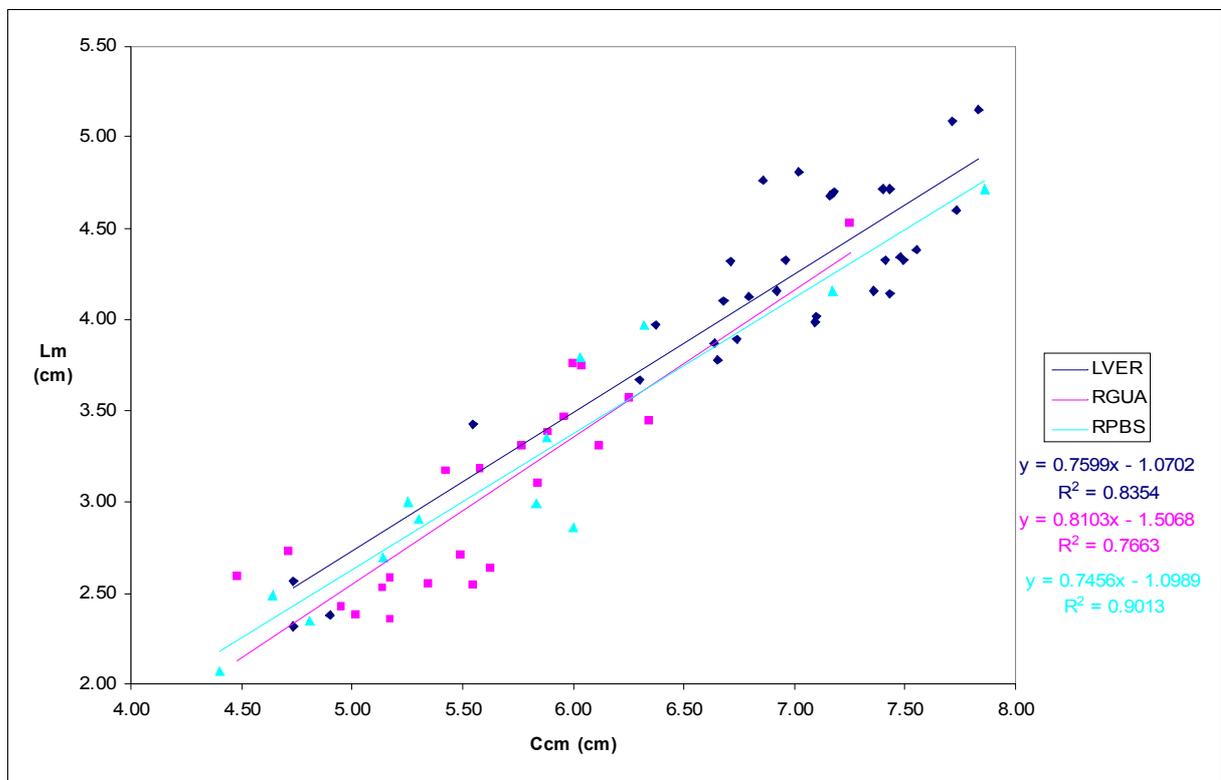


Figura 6: Gráfico de dispersão e retas de regressão da largura da mandíbula sobre o comprimento superior da cabeça .

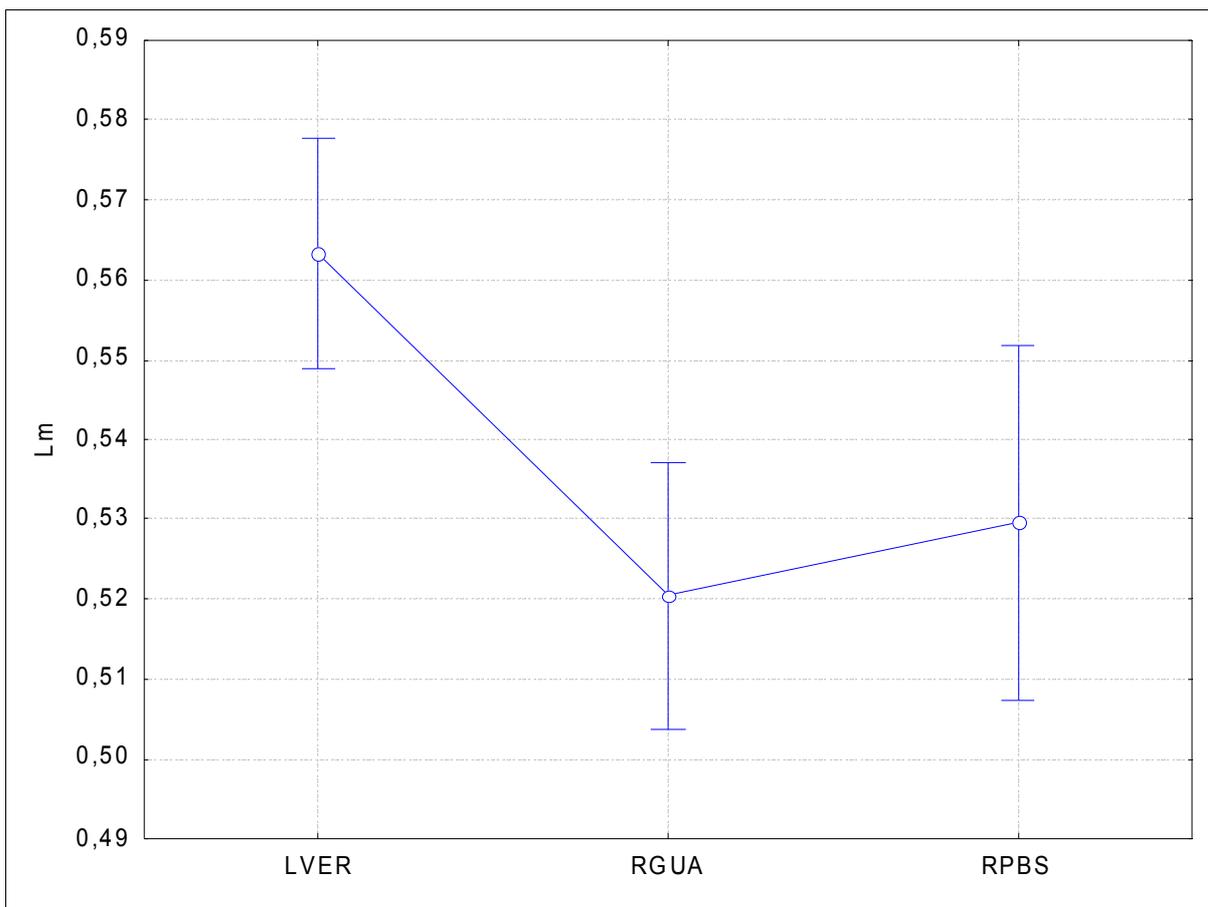


Figura 7: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da largura da mandíbula.

Tabela 6: Teste de Tukey para comparação da largura da mandíbula entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

<i>Lm</i>	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,000782	0,034780
RGUA	0,000782		0,785961
RPBS	0,034780	0,785961	

Comprimento da mandíbula (Cmn) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

Nenhuma diferença significativa foi detectada para os coeficientes angulares entre espécimes das três localidades (Tabela 1), embora os espécimes do rio Paraíba do Sul tenham apresentado valor comparativamente mais baixo (Figura 8). As constantes da regressão apresentaram diferenças significativas, com os espécimes do Paraíba do Sul tendo valores bem maiores que os demais

A análise de variância (Figura 9) mostrou que os espécimes das localidades da Lagoa Vermelha e rio Paraíba do Sul possuem a mandíbula maior que os espécimes do Guandu, porém o teste das médias (Tabela 8) somente mostrou diferença significativa entre os espécimes da Lagoa Vermelha e rio Guandu. Os espécimes do rio Paraíba do Sul apresentaram maior faixa de variação, indicado pelo maior intervalo de confiança em comparação com as outras localidades.

Tabela 7: Valores mínimos e máximos do comprimento da mandíbula.

Cmn	n	mínimo	máximo
LVER	31	2,45	4,97
RGUA	24	2,53	4,98
RPBS	13	2,55	4,62

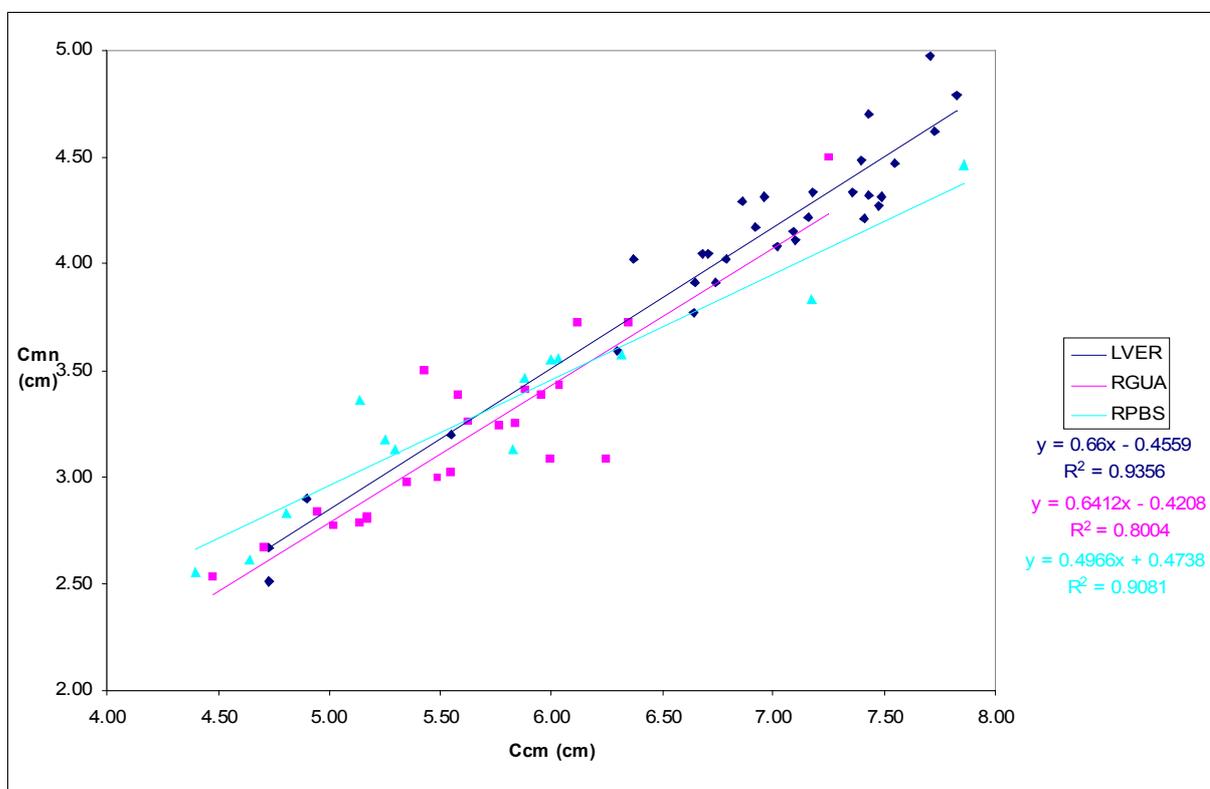


Figura 8: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da mandíbula sobre o comprimento superior da cabeça .

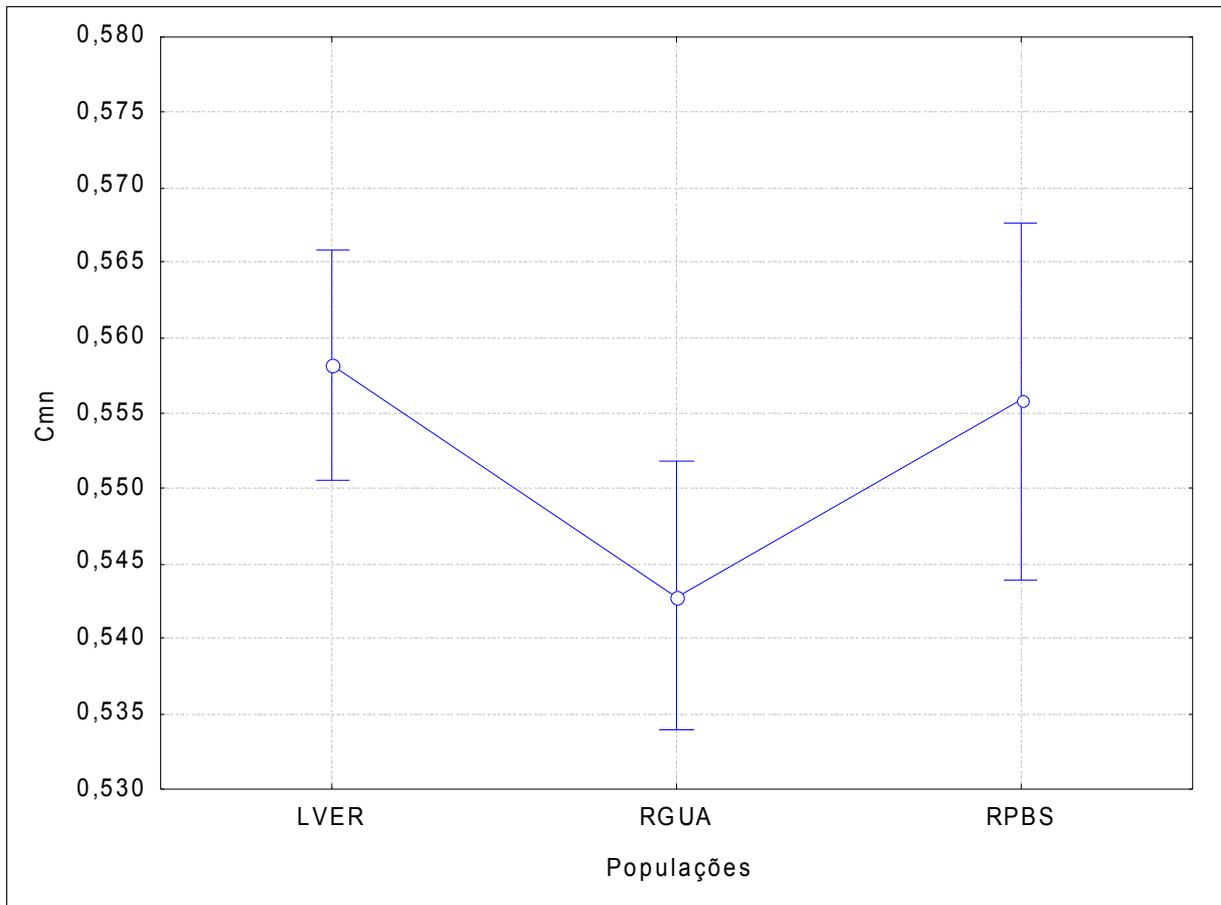


Figura 9: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da mandíbula.

Tabela 8: Teste de Tukey para comparação do comprimento da mandíbula entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cmn	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,028165	0,933107
RGUA	0,028165		0,194219
RPBS	0,933107	0,194219	

Comprimento da Maxila (Cmx) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

As constantes da regressão do comprimento da maxila não foram significativamente diferentes entre as três localidades, embora os espécimes do rio Paraíba do Sul o tenha o valor comparativamente maior (Figura 10). Os coeficientes angulares apresentaram diferenças significativas, com os peixes do Paraíba do Sul tendo o menor valor, e Guandu e Lagoa Vermelha obtendo valores próximos.

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o maior comprimento da maxila, dentre as três localidades, e os peixes do rio Guandu com a menor (Figura 11). O teste das médias apenas apresentou diferenças significativas entre o comprimento da maxila dos peixes da Lagoa Vermelha e rio Guandu (Tabela 11).

Tabela 9: Valores mínimos e máximos do comprimento da maxila.

<i>Cmx</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	3,50	7,04
RGUA	24	2,82	6,60
RPBS	13	3,47	6,19

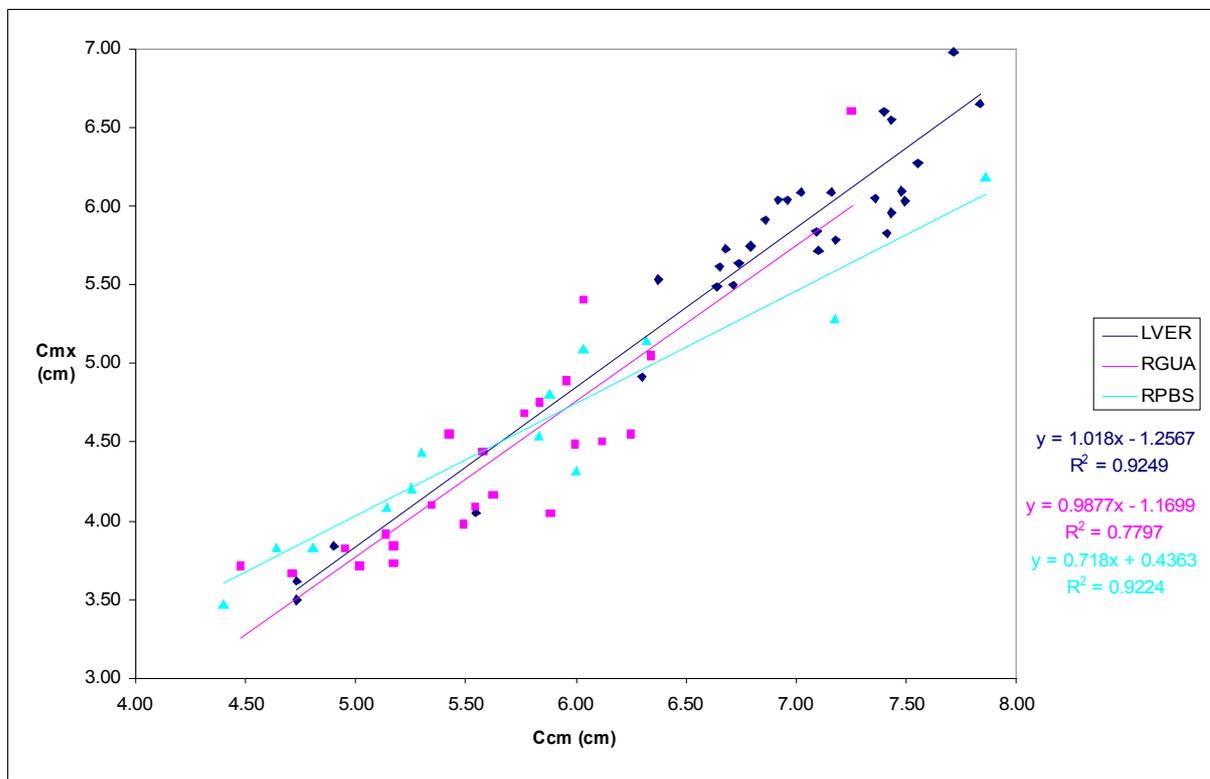


Figura 10: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da maxila sobre comprimento superior da cabeça.

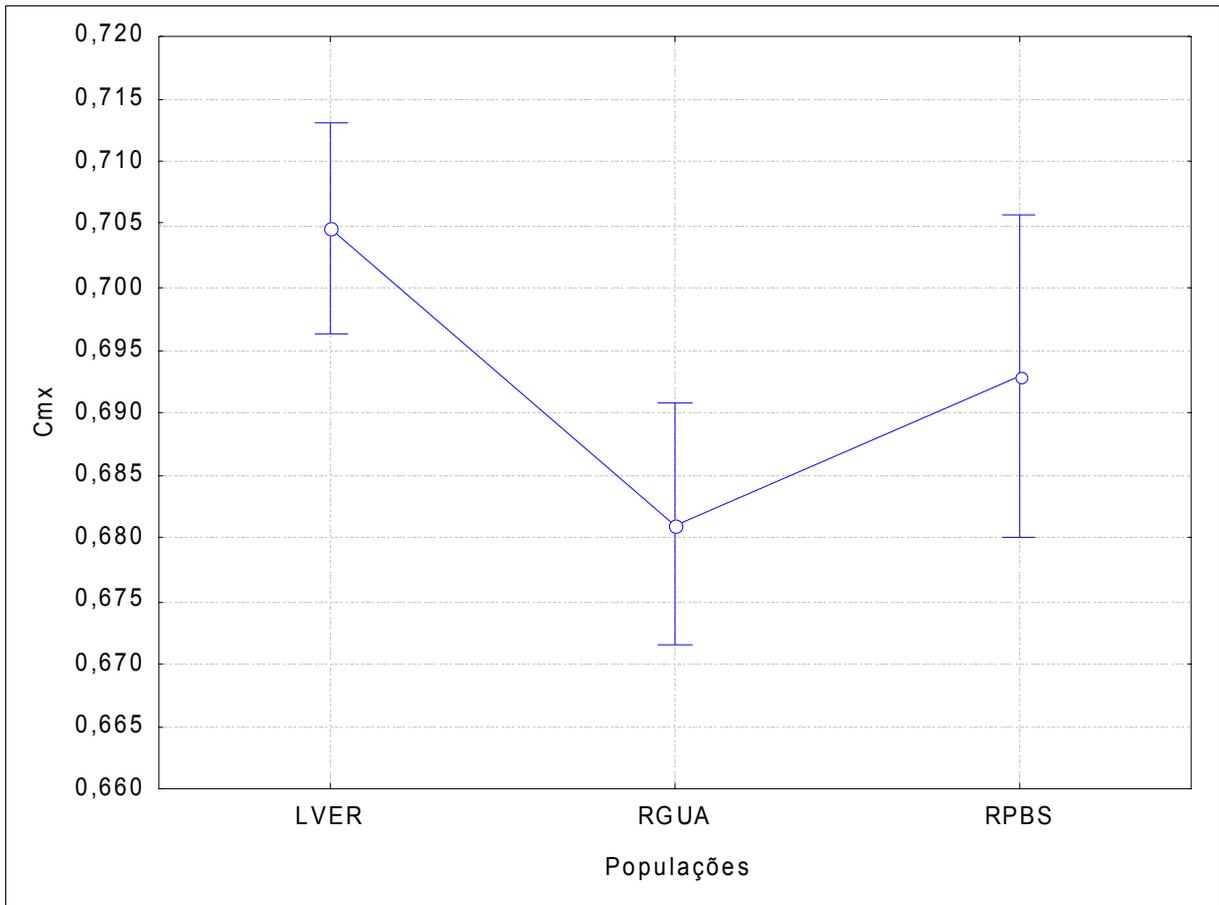


Figura 11: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da maxila.

Tabela 10: Teste de Tukey para comparação do comprimento da maxila entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cmx	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,001404	0,274902
RGUA	0,001404		0,319225
RPBS	0,274902	0,319225	

Comprimento da Face (Cf) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

As constante das regressão das retas do comprimento da face sobre o comprimento superior da cabeça não tiveram diferenças significativas, apesar dos peixes do Paraíba do Sul possuir um valor maior que os demais (Figura 12). Os coeficientes angulares apresentaram diferenças significativas quando comparado as três localidades, com os espécimes do rio Paraíba do Sul possuindo a reta com menor valor no coeficiente.

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o maior comprimento da face dentre as três localidades analisadas (Figura 13), com diferença dignificante quando comparado com a média das outras localidades (Tabela 12), não sendo detectada diferenças significativas entre as médias dos peixes dos rios Guandu e Paraíba do Sul, apesar de ultimo possuir a média ligeiramente superior.

Tabela 11: Valores mínimos e máximos do comprimento da face.

Cf	n	minimo	máximo
LVER	31	1,54	4,50
RGUA	24	1,44	3,35
RPBS	13	1,48	5,26

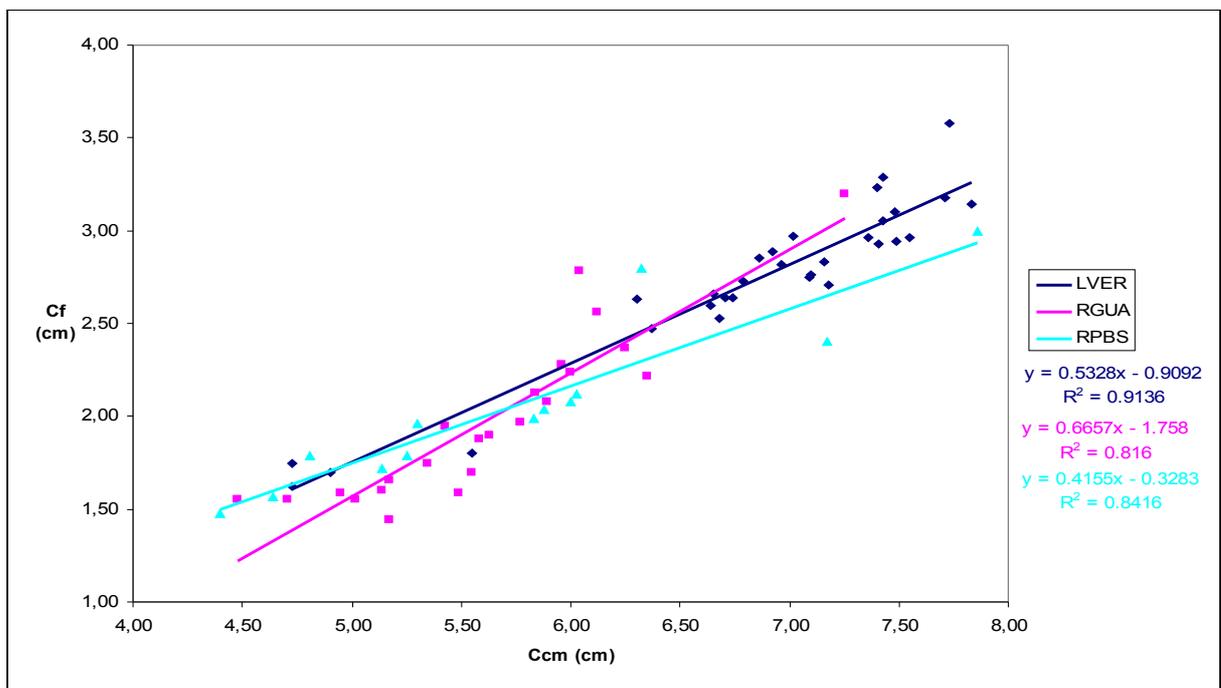


Figura 12: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da face sobre comprimento superior da cabeça.

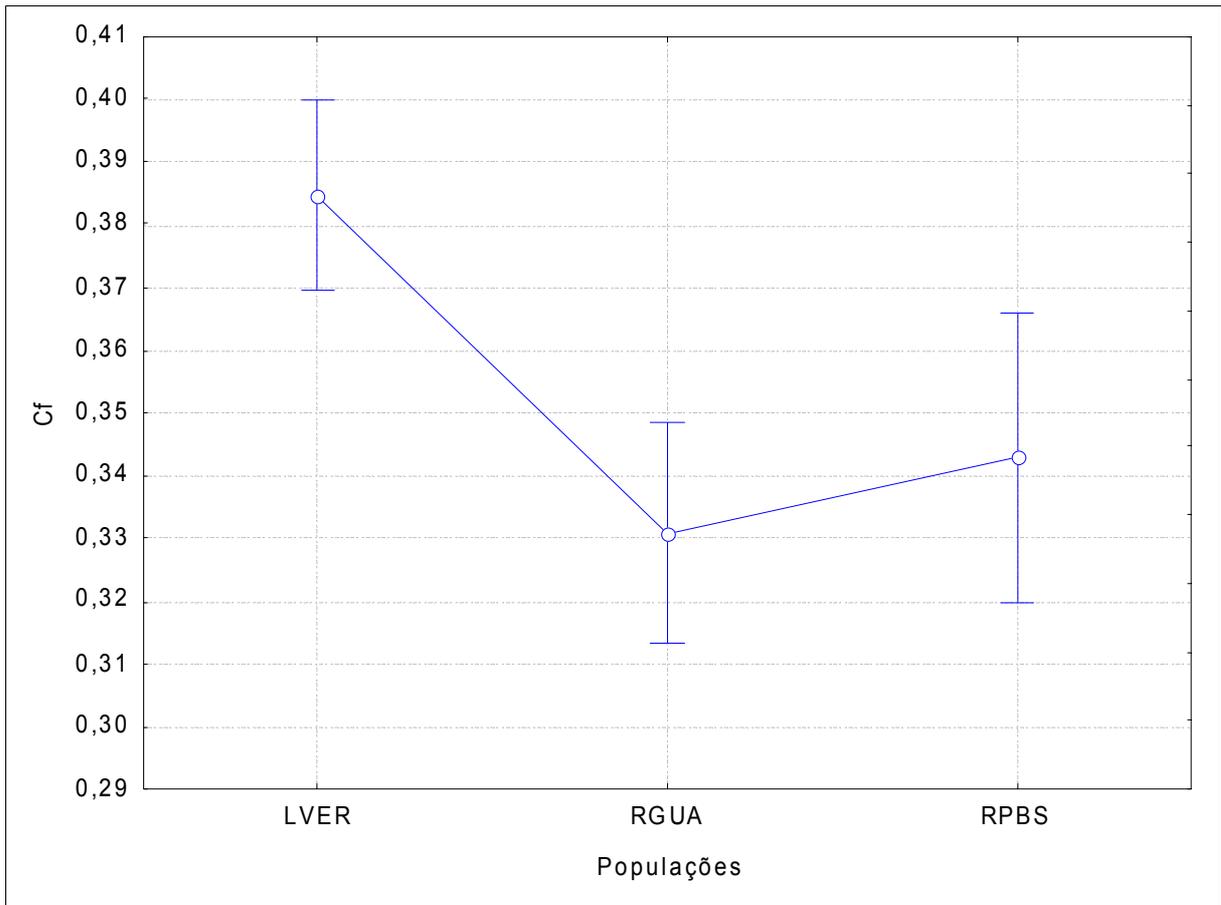


Figura 13: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da face.

Tabela 12: Teste de Tukey para comparação do comprimento da face entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cf	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,000153	0,010118
RGUA	0,000153		0,680438
RPBS	0,010118	0,680438	

Comprimento da Pré-Nasal (Cpn) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

Não foi detectada diferenças significativas entre as constantes de regressão do comprimento pré-nasal entre as três localidades estudadas (Tabela 1), apesar da reta da localidades do rio Paraíba do Sul apresentar valor maior que os demais (Figura 14). Os coeficientes angulares das três localidades foram significativamente diferentes, com os espécimes do rio Paraíba do Sul tendo o menor valor.

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o maior comprimento pré-nasal (Figura 15), com pouca diferença entre os peixes das outras localidades. O teste das médias apresentou diferenças significativa entre os espécimes da Lagoa Vermelha e rio Guandu (Tabela 14).

Tabela 13: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-nasal.

<i>Cpn</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	1,24	2,41
RGUA	24	0,69	2,24
RPBS	13	1,24	2,08

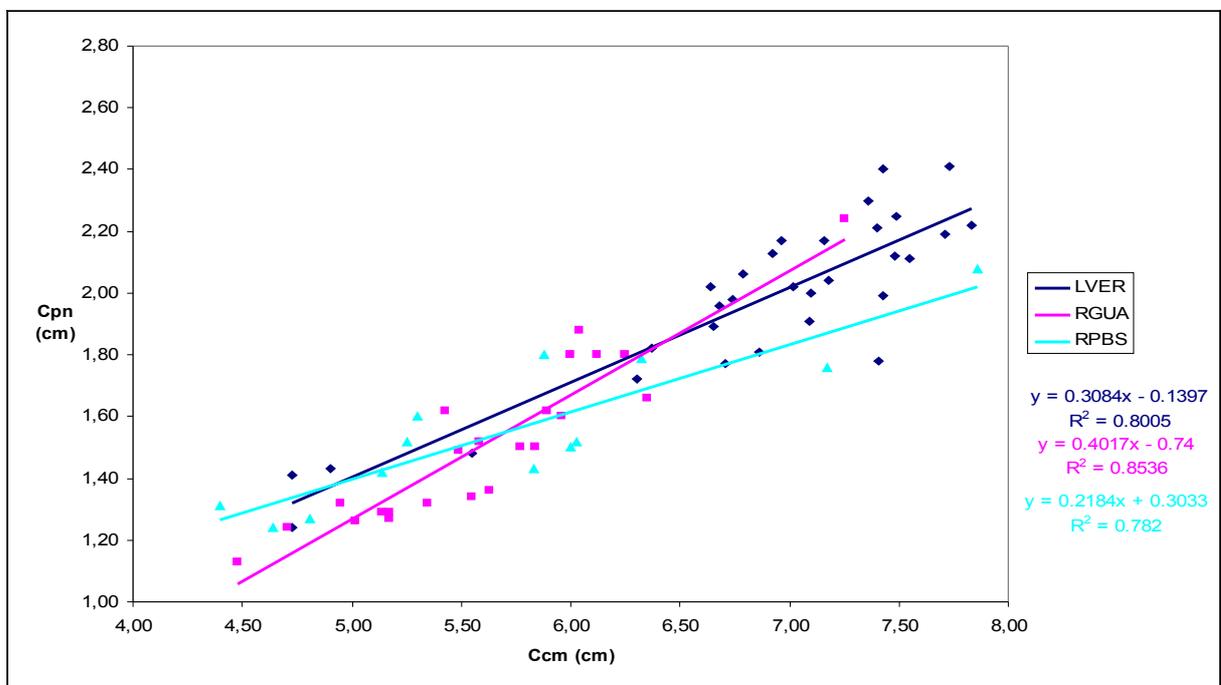


Figura 14: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-nasal sobre comprimento superior da cabeça.

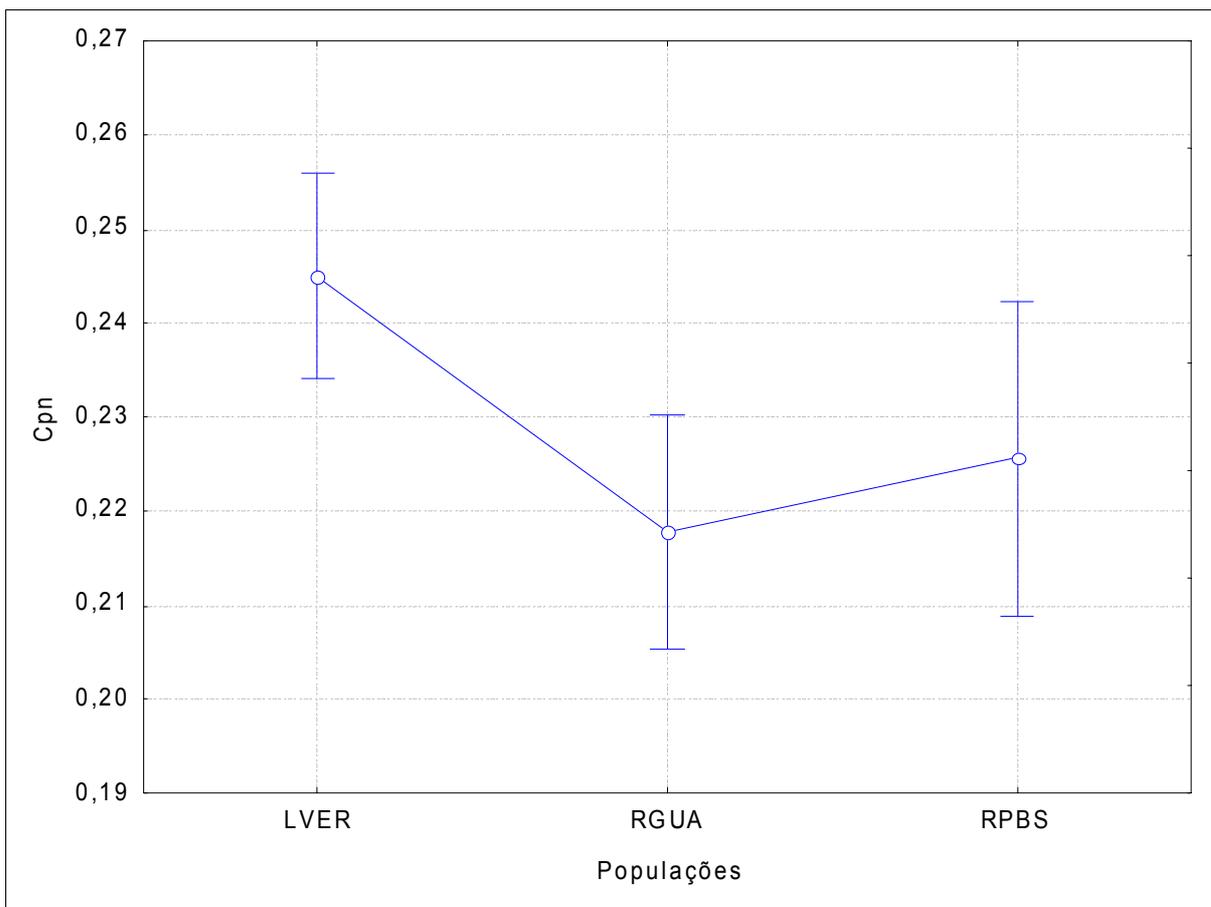


Figura 15: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-nasal.

Tabela 14: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-nasal entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cpn	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,004905	0,134465
RGUA	0,004905		0,738246
RPBS	0,134465	0,738246	

Comprimento Pré-Ocular (Cpo) sobre o Comprimento Médio da Cabeça (Ccm)

A constante da regressão não apresentou diferenças significativas (Tabela 1), apesar da reta dos peixes do rio Paraíba do Sul apresentar valor maior que as demais localidades (Figura 16). Os coeficientes angulares apresentaram diferenças significativas, com a amostra do rio Guandu tendo o maior valor das três localidades amostradas.

Nenhuma diferença significativa foi detectada pelo teste das médias (Tabela 16), mas a análise de variância mostra uma pequena tendência dos espécimes da Lagoa Vermelha de ter o maior comprimento pré-ocular (Figura 17).

Tabela 15: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-ocular.

Cpo	n	mínimo	máximo
LVER	31	1,77	3,36
RGUA	24	1,72	3,06
RPBS	13	1,70	3,08

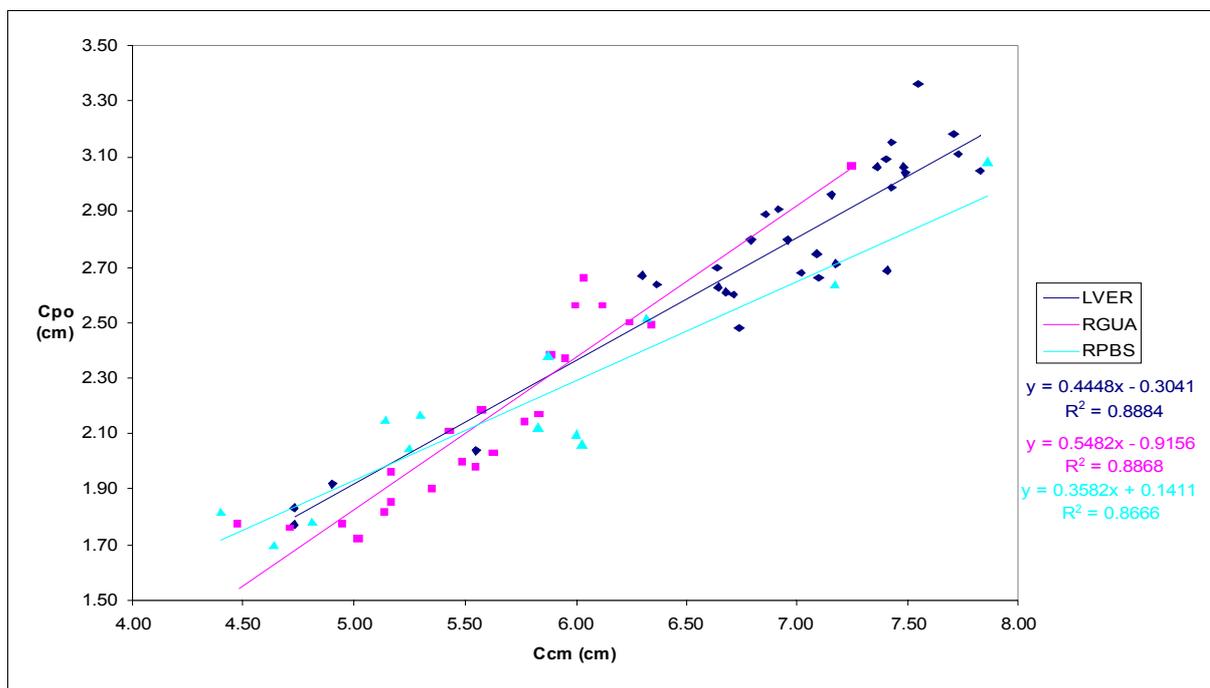


Figura 16: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-ocular sobre comprimento superior da cabeça.

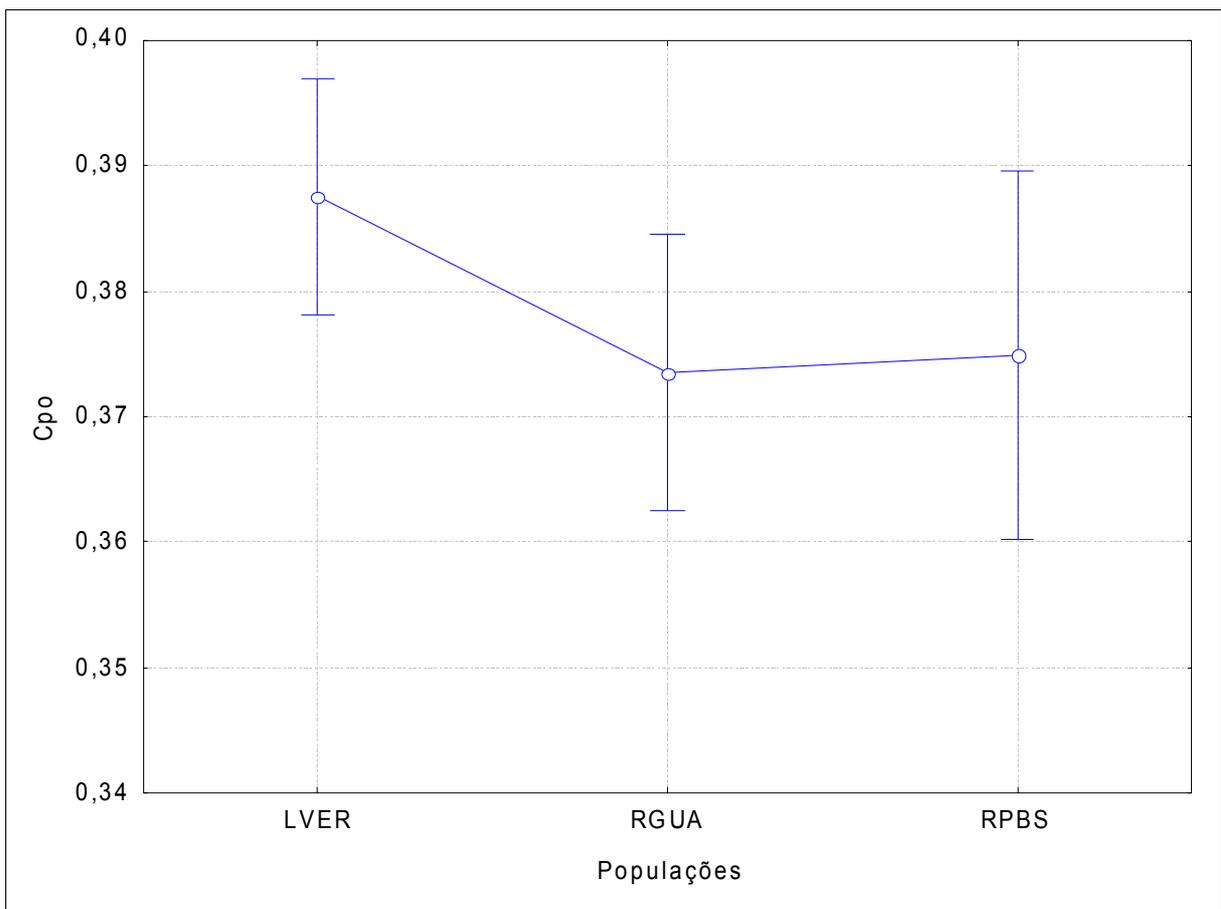


Figura 17: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-ocular.

Tabela 16: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-ocular entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cpo	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,136262	0,319814
RGUA	0,136262		0,987282
RPBS	0,319814	0,987282	

Diâmetro Ocular (Do) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

A constante das regressões do diâmetro ocular mostrou diferenças significativas (Tabela 1), com as amostras da Lagoa Vermelha tendo o maior valor, e os do rio Guandu tendo o menor (Figura 18). O coeficiente angular também apresentou diferenças significativas entre as localidades, com os espécimes do rio Guandu tendo o maior valor.

O diâmetro ocular dos espécimes das três localidades praticamente foi o mesmo, quando analisados sem o efeito de tamanho (Figura 19), não sendo detectado diferenças entre as médias das três localidades (Tabela 18).

Tabela 17: Valores mínimos e máximos do diâmetro ocular.

<i>Do</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	1,48	1,78
RGUA	24	1,24	1,46
RPBS	13	1,12	1,14

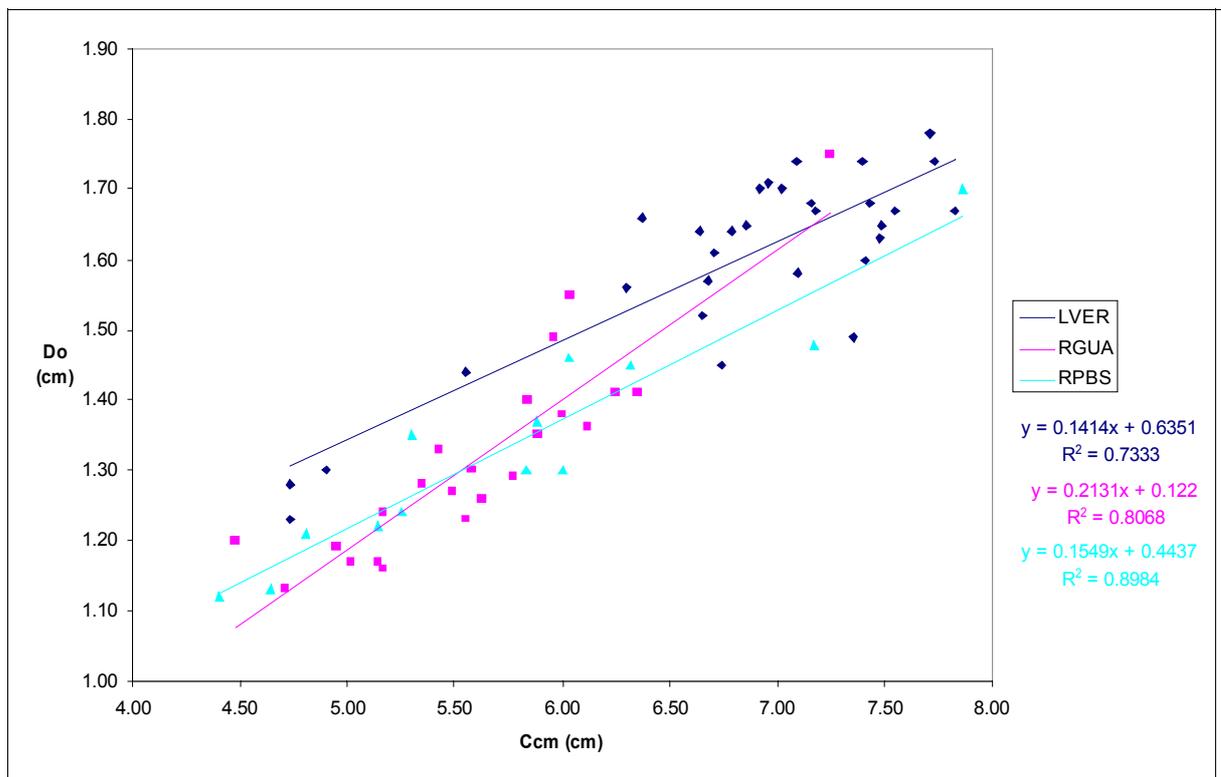


Figura 18: Gráfico de dispersão e retas de regressão do diâmetro ocular sobre o comprimento superior da

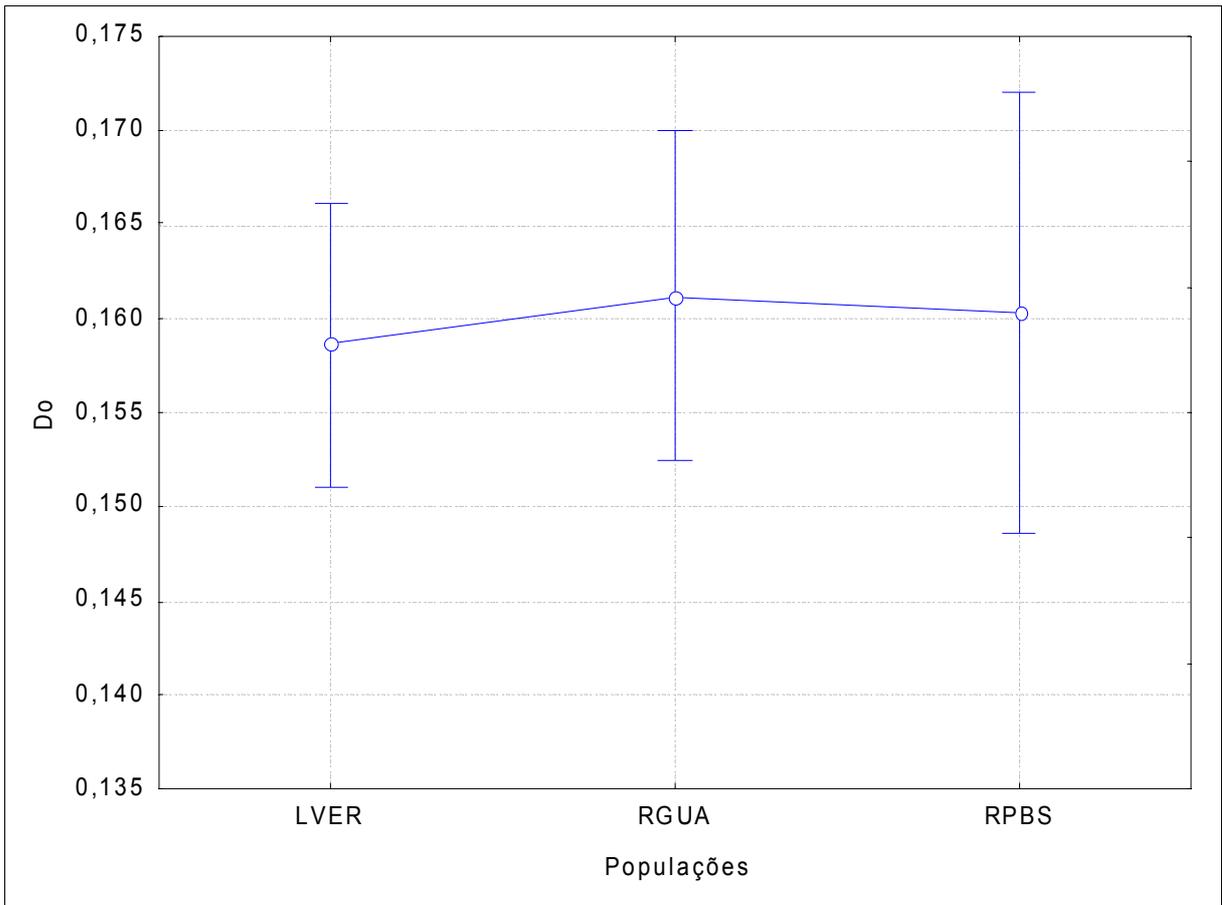


Figura 19: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) diâmetro ocular.

Tabela 18: Teste de Tukey para comparação do diâmetro ocular entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Do	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,899512	0,968378
RGUA	0,899512		0,992462
RPBS	0,968378	0,992462	

Comprimento do Aparato Opercular (Cop) sobre o Comprimento Superior da Cabeça (Ccm)

As constantes das regressões apresentaram diferenças significativas entre as localidades (Tabela 1), com os espécimes do rio Guandu tendo o menor valor entre as três localidades amostradas. Os coeficientes angulares não apresentou diferenças significativas, com o valor das três localidades apresentando valores próximos (Figura 20).

O aparato opercular dos espécimes do rio Paraíba do Sul foi o menor entre as três localidades amostradas (Figura 21), porem o teste das médias não apresentou diferenças significativas entre as localidades (Tabela 20).

Tabela 19: Valores mínimos e máximos do comprimento do aparato opercular.

Cop	n	mínimo	máximo
LVER	31	2,00	3,19
RGUA	24	1,87	2,84
RPBS	13	1,70	3,08

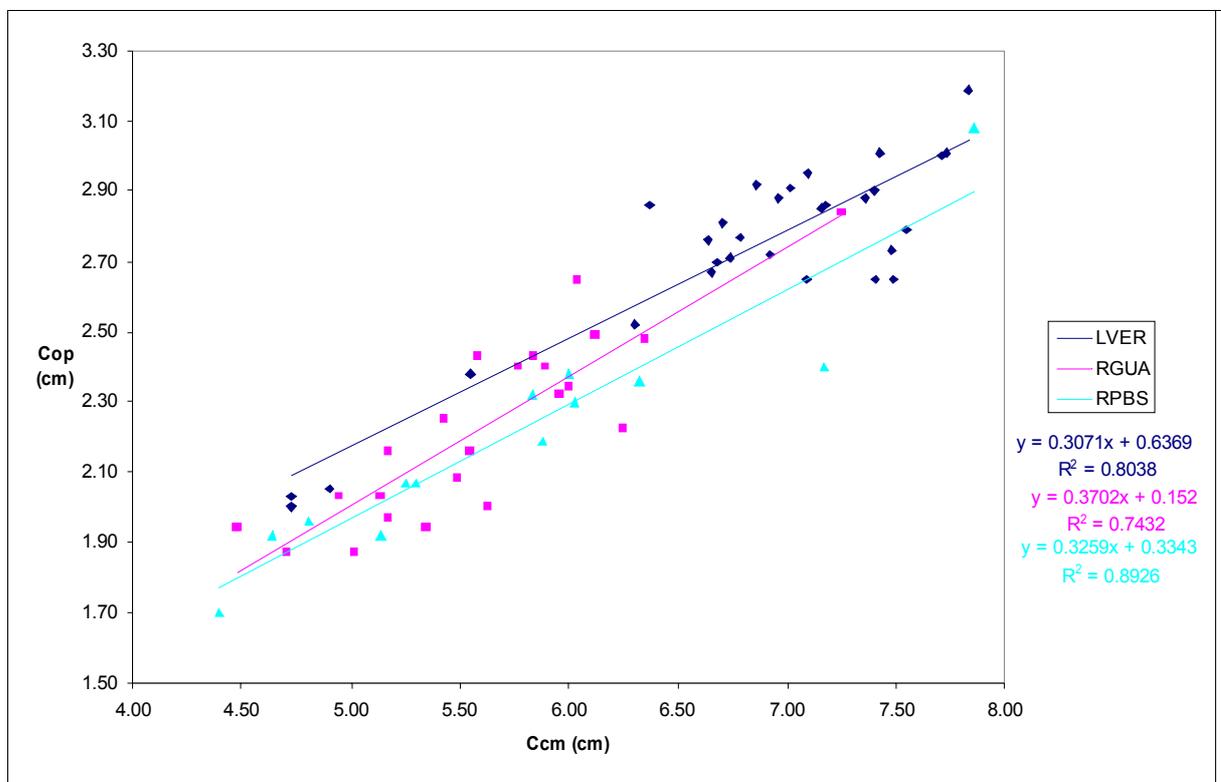


Figura 20: Gráfico de dispersão do comprimento do aparato opercular sobre o comprimento médio da cabeça.

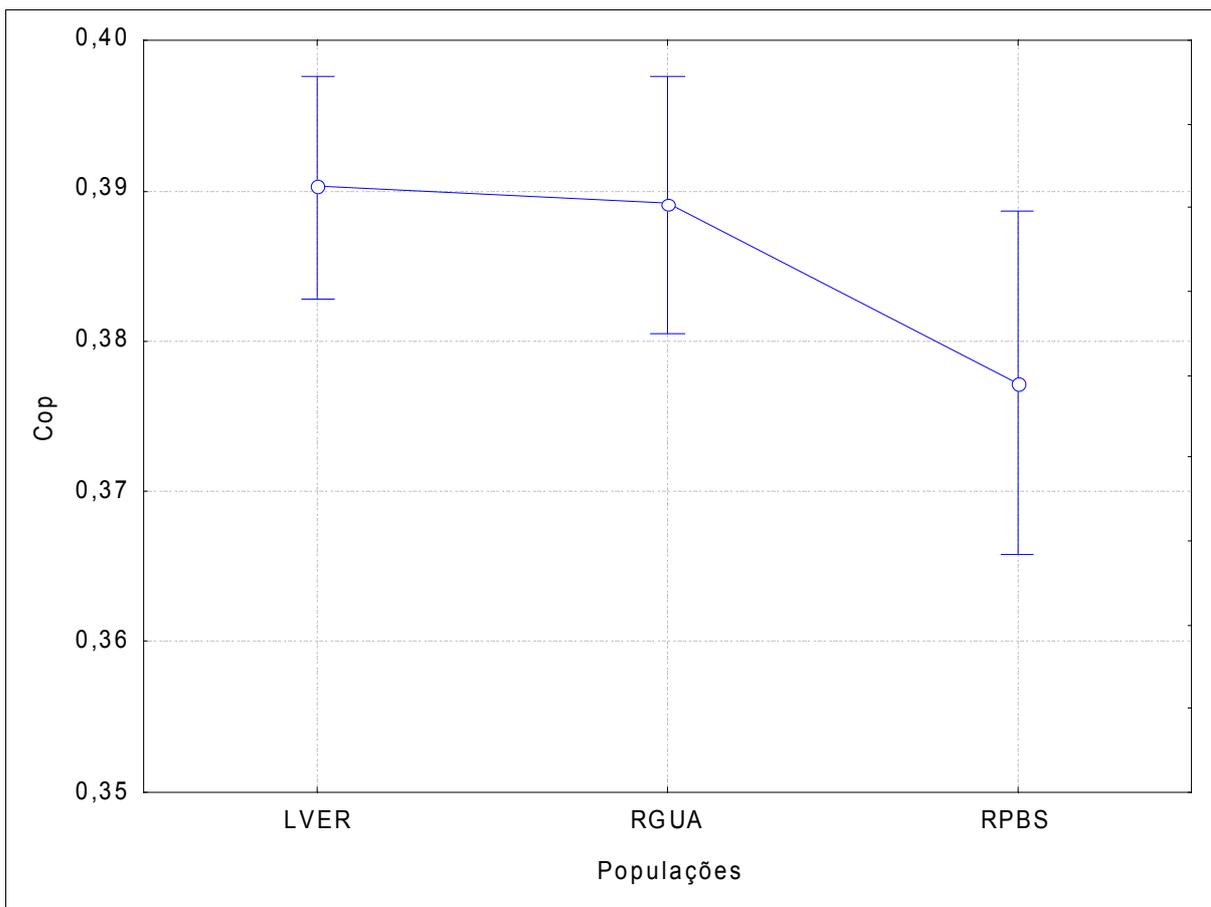


Figura 21: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento do aparato opercular.

Tabela 20: Teste de Tukey para comparação do comprimento do aparato opercular entre as três localidades.

Cop	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,975899	0,144893
RGUA	0,975899		0,232788
RPBS	0,144893	0,232788	

Altura do Corpo (Ab) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os coeficientes angulares da altura do corpo sobre o comprimento padrão dos peixes das três localidades (Tabela 1), embora a reta dos peixes do rio Guandu tenha maior inclinação (Figura 22). As constantes da regressão das três localidades também não apresentaram diferenças significativas.

Das três localidades amostradas, os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o corpo mais baixo (Figura 23), sendo significativamente diferente dos espécimes dos rios Guandu e Paraíba do Sul (Tabela 22), quase não havendo diferenças entre as médias dos rios Paraíba do Sul e Guandu.

Tabela 21: Valores mínimos e máximos da altura do corpo.

Ab	n	mínimo	máximo
LVER	31	5,04	9,10
RGUA	24	5,44	8,43
RPBS	13	4,85	9,37

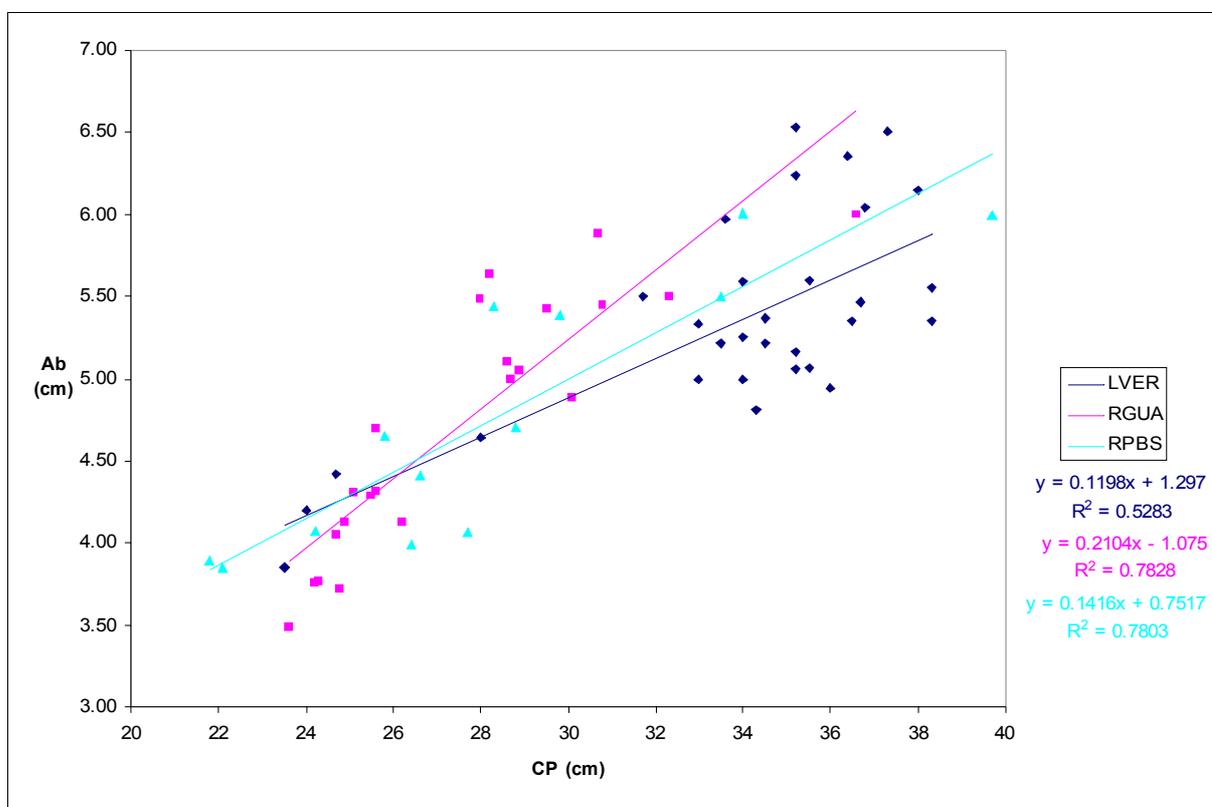


Figura 22: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura do corpo sobre o comprimento padrão .

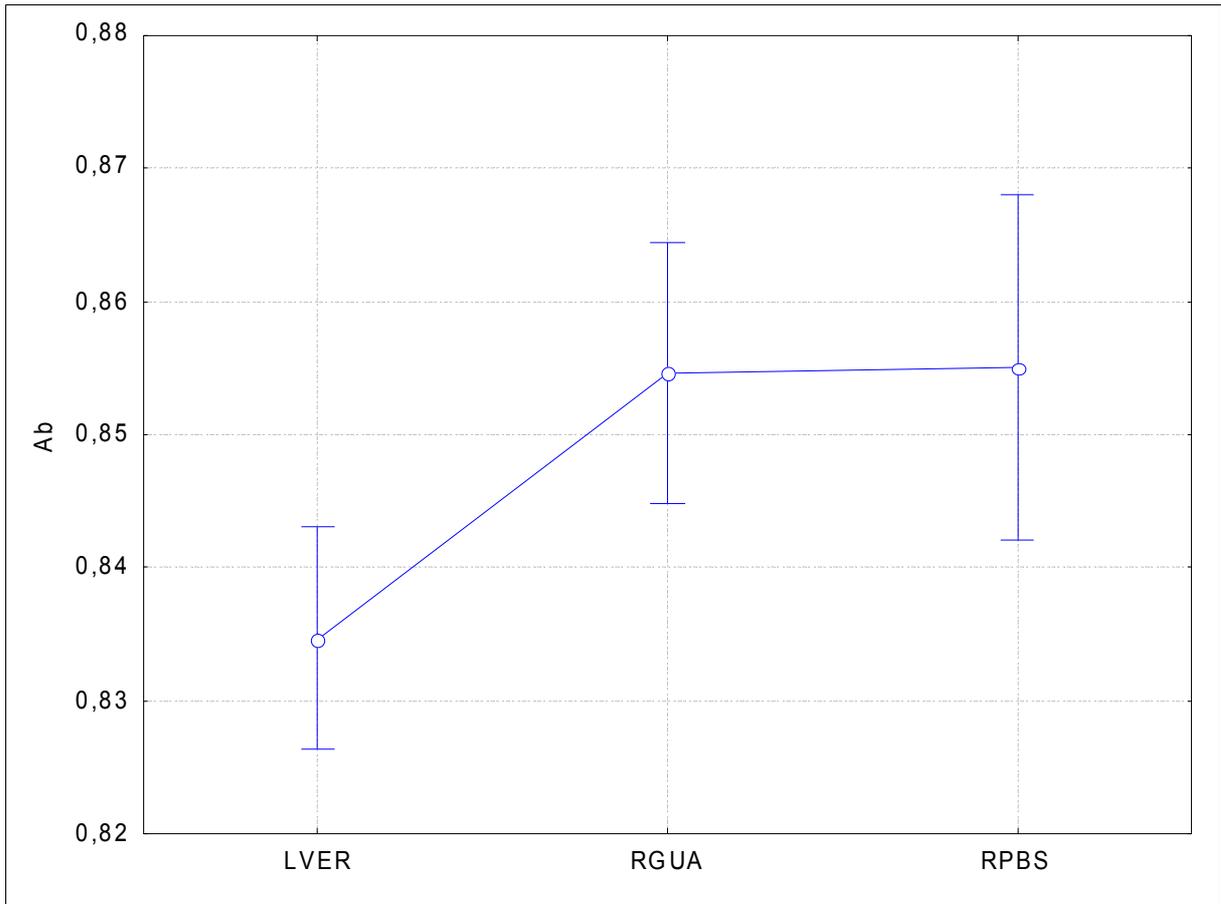


Figura 23: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura do corpo.

Tabela 22: Teste de Tukey para comparação da altura do corpo entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Ab	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,008059	0,027797
RGUA	0,008059		0,998458
RPBS	0,027797	0,998458	

Largura do Corpo (Lb) sobre o Comprimento Padrão (CP)

As constantes das regressões da largura do corpo sobre o comprimento padrão dos espécimes das três localidades não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1), embora o valor dos peixes do rio Guandu tenha sido bem menor que os demais. Os coeficientes angulares apresentaram diferenças significativas, com os espécimes do rio Guandu apresentando os maiores valores entre os peixes dos locais amostrados (Figura 24)

Com a análise de variância (Figura 25), fica claro que os peixes da Lagoa Vermelha possuem o corpo mais estreito que os outros, sendo significativamente diferente apenas dos peixes do rio Guandu (Tabela 24).

Tabela 23: Valores mínimos e máximos da largura do corpo.

Lb	n	mínimo	máximo
LVER	31	3,72	6,94
RGUA	24	3,49	7,04
RPBS	13	2,91	7,40

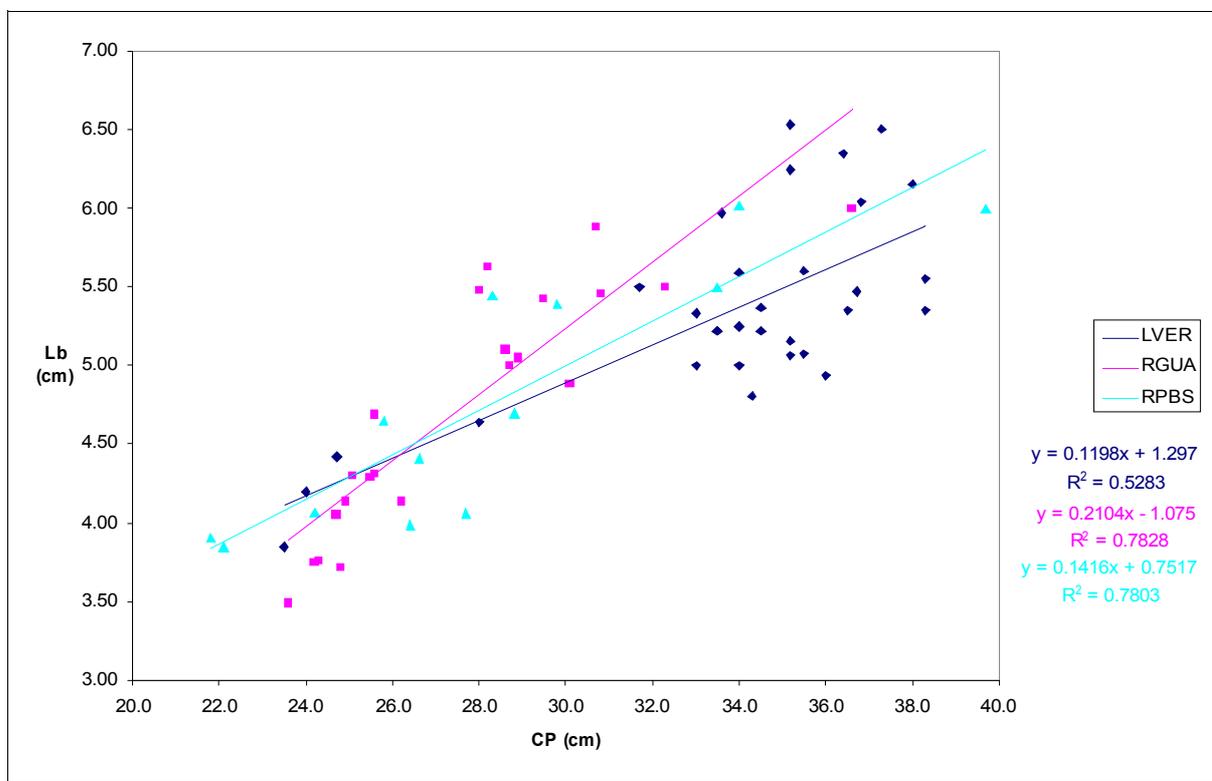


Figura 24: Gráfico de dispersão e retas de regressão da largura do corpo sobre o comprimento padrão.

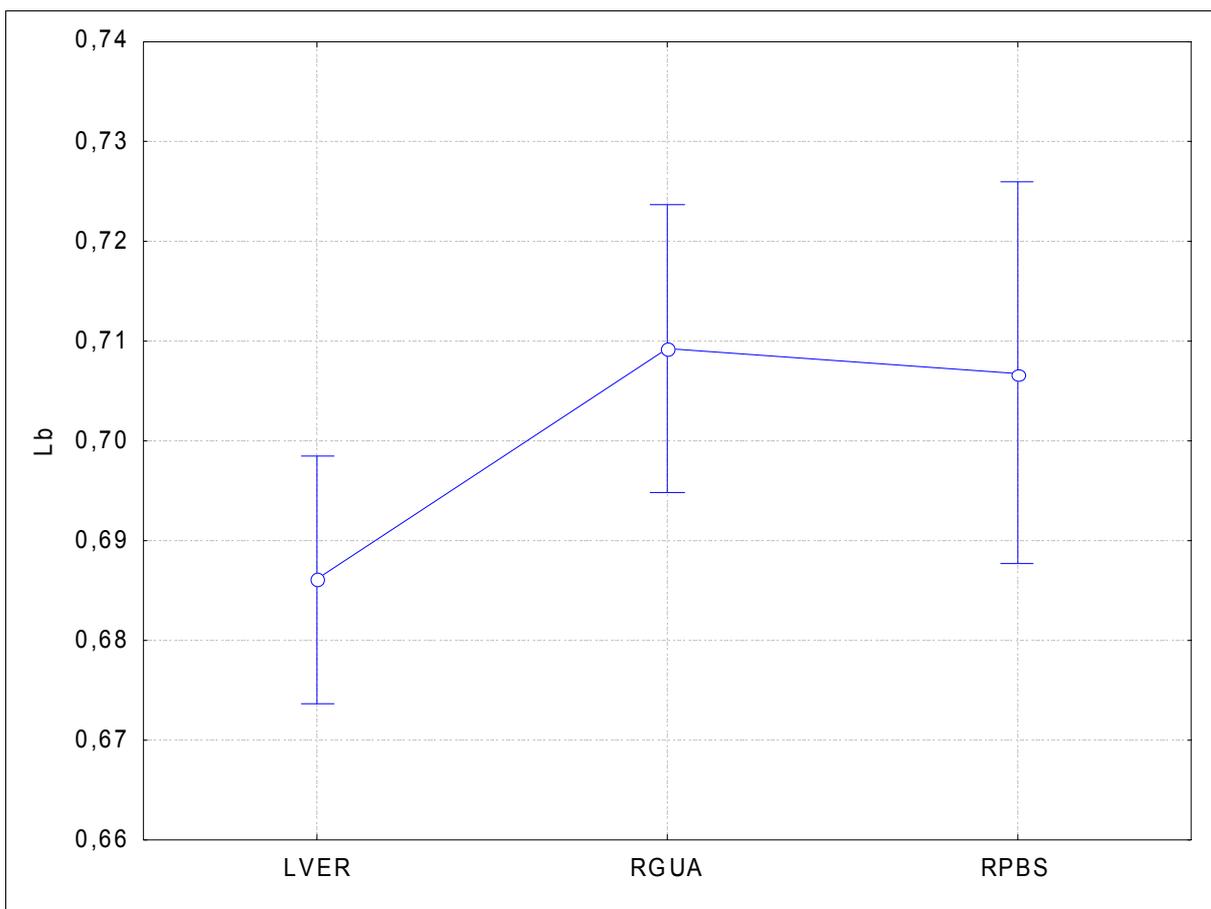


Figura 25: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da largura do corpo.

Tabela 24: Teste de Tukey para comparação da largura do corpo entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Lb	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,044140	0,171944
RGUA	0,044140		0,975185
RPBS	0,171944	0,975185	

Comprimento Pré-Dorsal (Cpd) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Não foi detectada diferenças significativa entre os coeficientes angulares e as constantes de regressão do comprimento pré-dorsal sobre o comprimento padrão dos espécimes das três localidades amostradas (Tabela 1), apesar da reta representativa dos espécimes do rio Guandu apresentar a reta com maior inclinação (Figura 26).

Os espécimes do rio Paraíba do Sul possuem o maior comprimento pré-dorsal dentre as três localidades estudadas (Figura 27), com a média significativamente diferente dos peixes das demais localidades (Tabela 26). A média dos peixes do rio Guandu e Lagoa Vermelha são muito semelhantes, não possuindo diferença entre suas médias.

Tabela 25: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-dorsal.

<i>Cpd</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	11,6	19,7
RGUA	24	11,4	18,3
RPBS	13	10,6	19,1

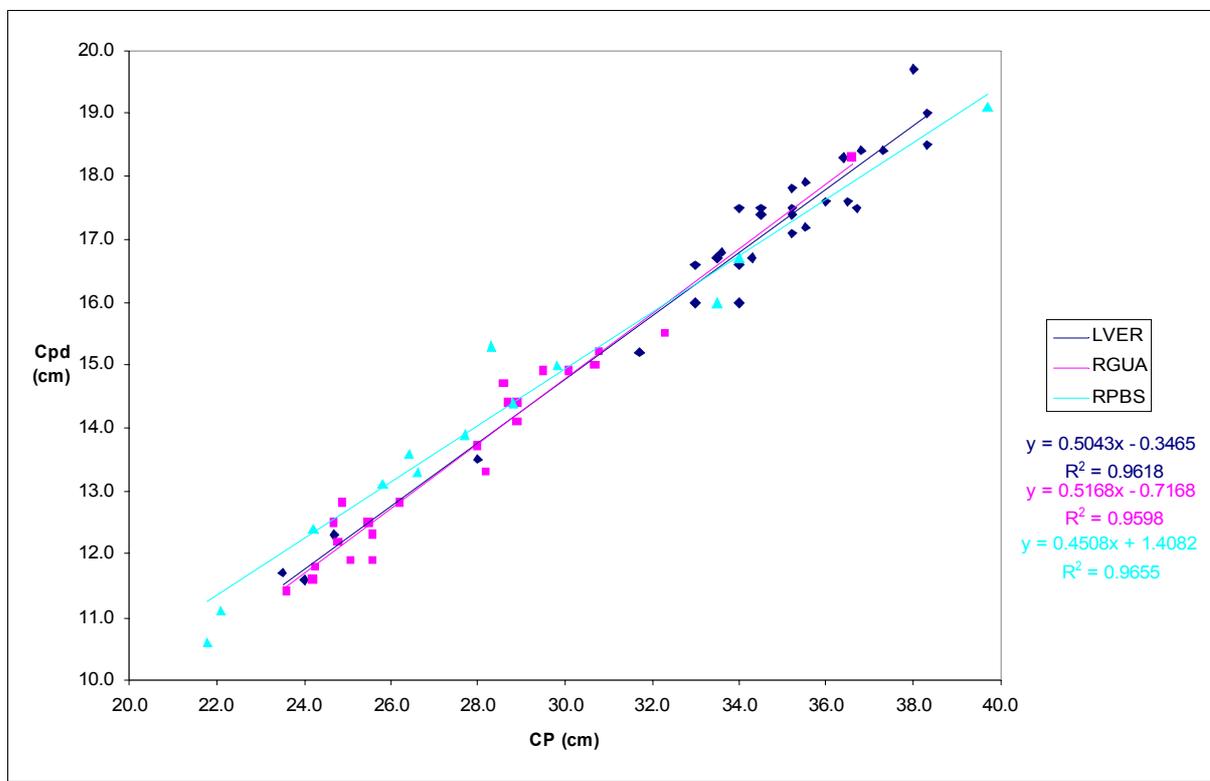


Figura 26: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-dorsal sobre o comprimento padrão.

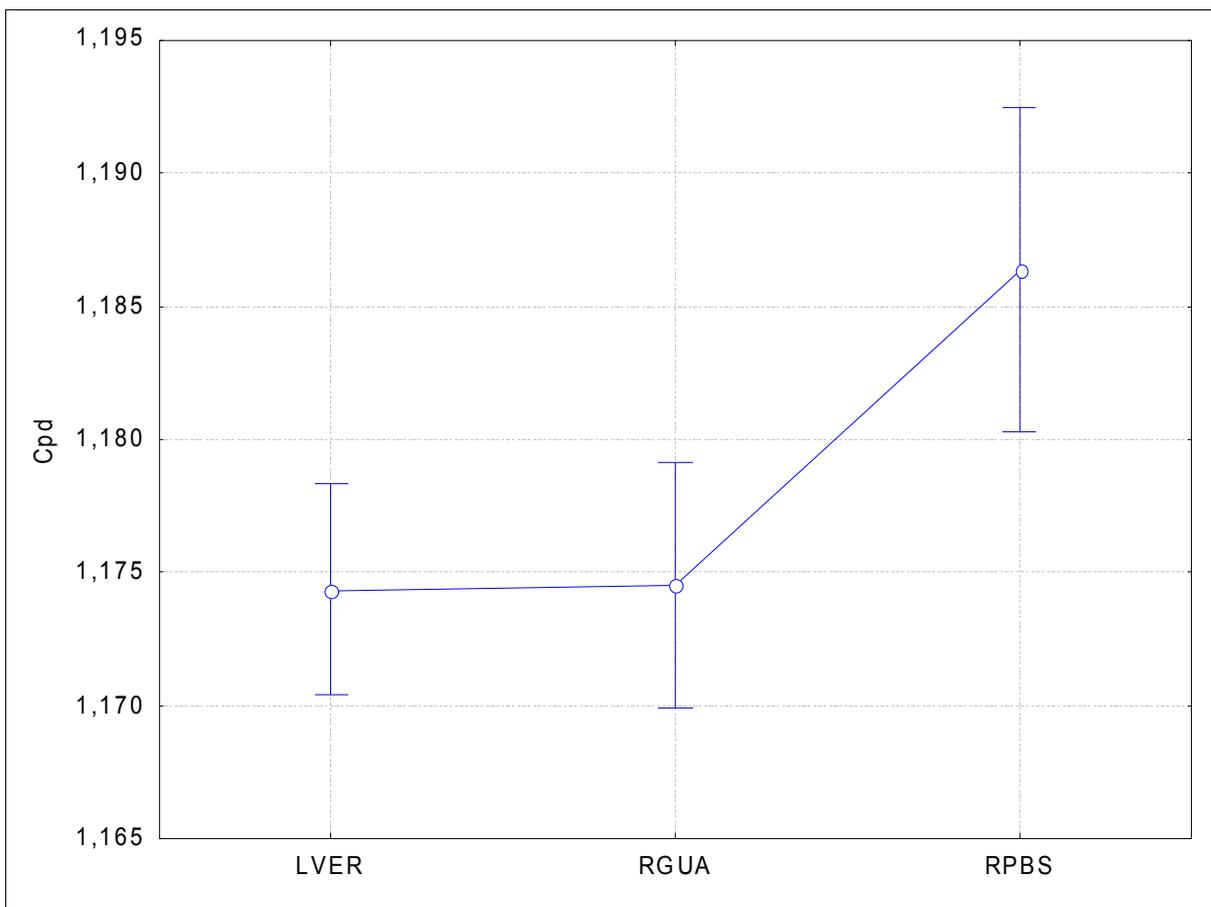


Figura 27: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-dorsal.

Tabela 26: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-dorsal entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cpd	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,999228	0,004750
RGUA	0,999228		0,008155
RPBS	0,004750	0,008155	

Comprimento da Nadadeira Dorsal (Cd) sobre o Comprimento Padrão (CP)

As constantes de regressão do comprimento da nadadeira dorsal sobre o comprimento padrão dos peixes das três localidades foram significativamente diferentes (Tabela 1), com os espécimes do rio Guandu tendo o maior valor e Lagoa Vermelha tendo o menor (Figura 28). Os coeficientes angulares não tiveram diferenças significativa.

Os espécimes do rio Guandu tiveram o maior comprimento da nadadeira dorsal (Figura 29) dentre as três localidades amostradas, porem o teste das médias não apresentou diferenças significativas (Tabela 28).

Tabela 27: Valores mínimos e máximos do comprimento da nadadeira dorsal.

Cd	n	mínimo	máximo
LVER	31	3,73	6,94
RGUA	24	4,11	6,60
RPBS	13	3,56	7,00

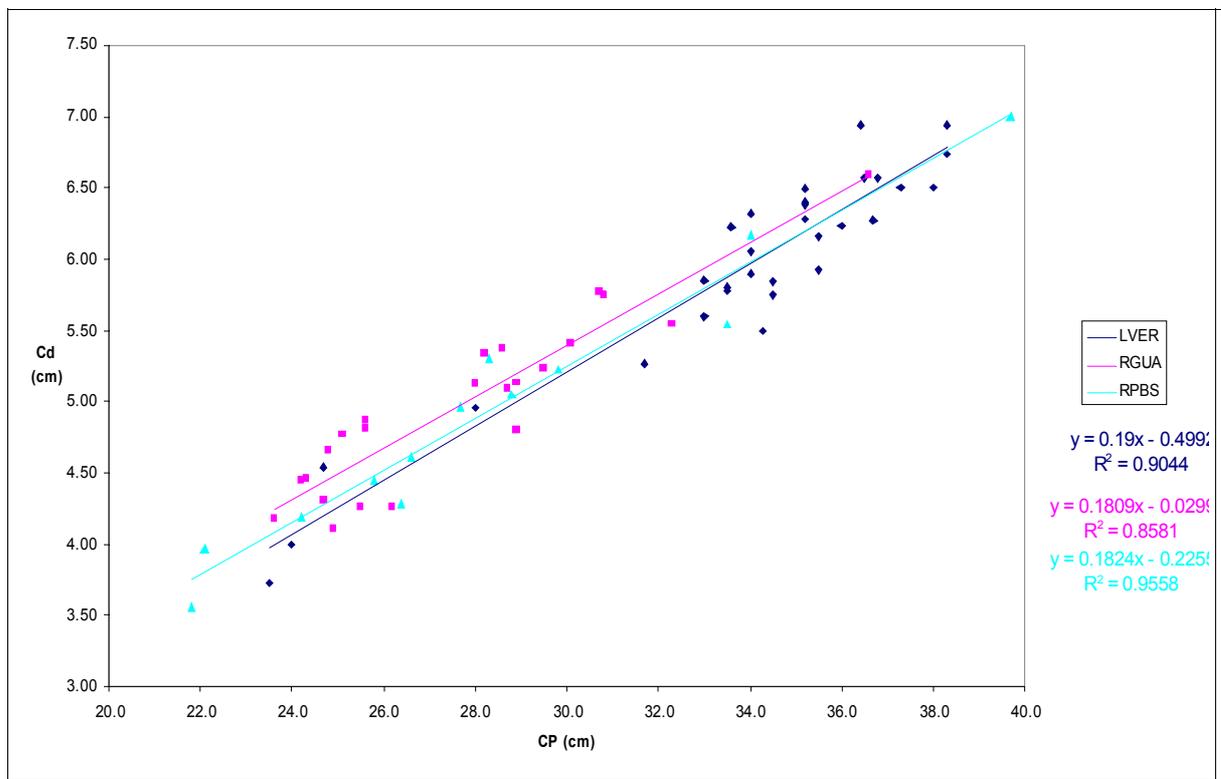


Figura 28: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da nadadeira dorsal sobre o comprimento padrão.

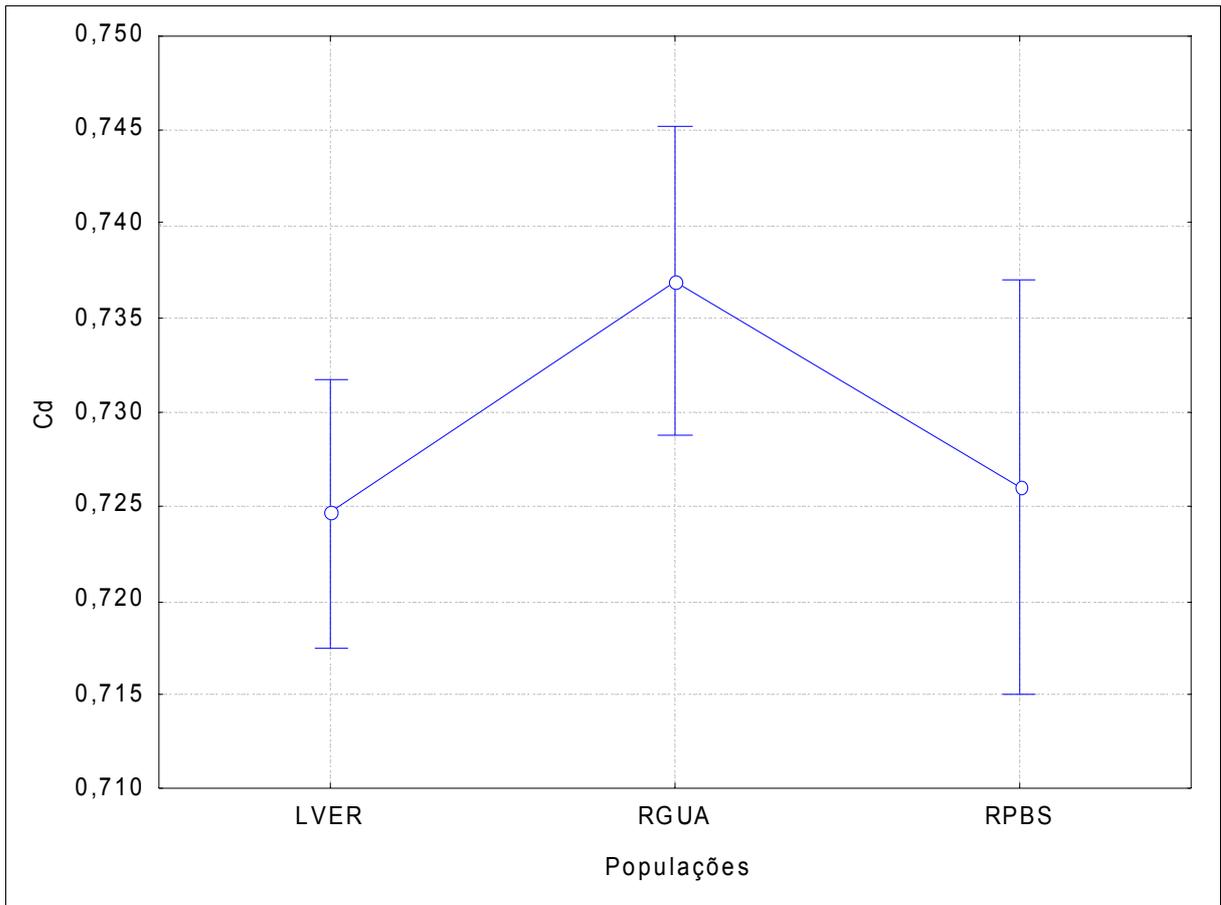


Figura 29: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da nadadeira dorsal.

Tabela 28: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira dorsal entre as três localidades.

Cd	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,070574	0,976291
RGUA	0,070574		0,259203
RPBS	0,976291	0,259203	

Altura da Dorsal (Ad) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Os coeficientes angular da altura da dorsal sobre o comprimento padrão não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1), com as três retas tendo valores próximos. As constantes tiveram diferenças significativas, com a reta dos espécimes do rio Guandu tendo o menor valor, e conseqüentemente, a reta mais inclinada (Figura 30).

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a nadadeira dorsal mais alta que os espécimes das demais localidades (Figura 31), já os peixes do rio Guandu possuem a nadadeira ligeiramente maior que os do rio Paraíba do Sul. O teste das médias mostrou que os peixes da Lagoa Vermelha é significativamente diferente dos peixes dos rios Guandu e Paraíba do Sul (Tabela 30), não mostrando diferença significativa entre os espécimes destas duas localidades.

Tabela 29: Valores mínimos e máximos da altura da nadadeira dorsal.

Ad	n	mínimo	máximo
LVER	31	3,60	5,97
RGUA	24	3,26	5,37
RPBS	13	2,28	4,70

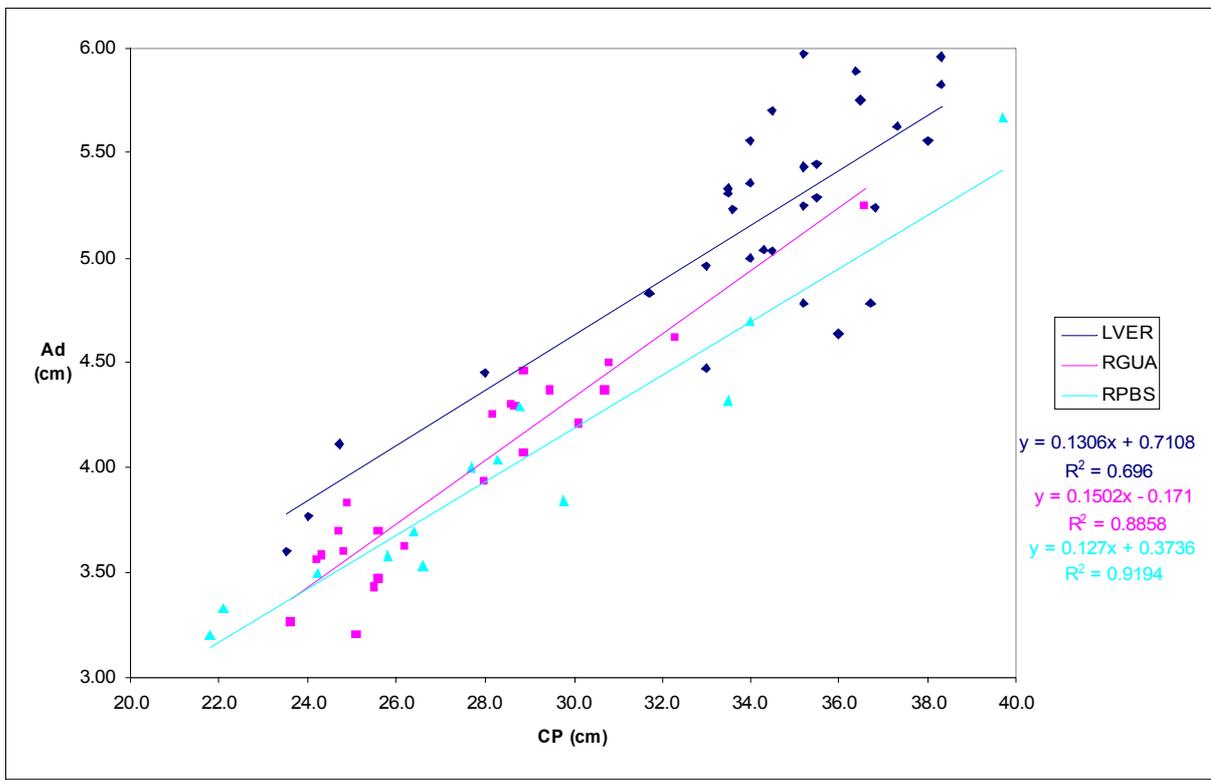


Figura 30: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura da nadadeira dorsal sobre o comprimento padrão.

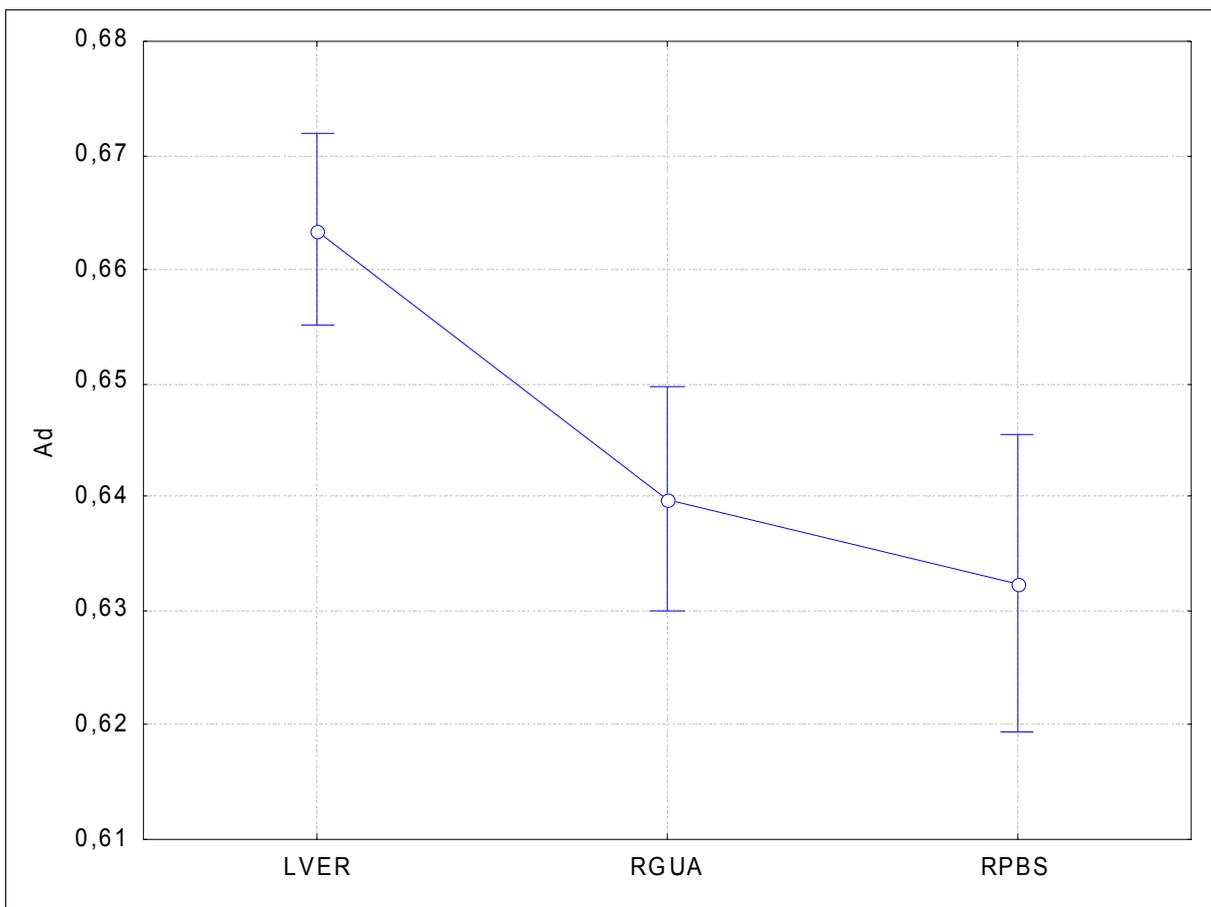


Figura 31: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura da nadadeira dorsal.

Tabela 30: Teste de Tukey para comparação da altura da nadadeira dorsal entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

<i>Ad</i>	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,001604	0,000579
RGUA	0,001604		0,611946
RPBS	0,000579	0,611946	

Comprimento Pré-Peitoral (Cppi) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Os coeficientes angulares das retas do comprimento pré-peitoral sobre o comprimento padrão apresentou diferenças significante entre as três localidades (Tabela 1), com a reta representativa dos espécimes do rio Paraíba do Sul apresentando menor calor, e menor inclinação. As constantes da regressão não apresentaram diferenças significativas entre as três localidades, apesar do valor referente ao Paraíba do Sul ter o valor superior aos demais (Figura 32).

Pouca diferença foi mostrada entre o comprimento pré-peitoral dos espécimes das três localidades (Figura 33), assim como o teste das médias não apresentou diferenças significativas (Tabela 32).

Tabela 31: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-peitoral.

<i>Cppi</i>	n	minimo	máximo
LVER	31	6,48	11,30
RGUA	24	6,62	10,56
RPBS	13	6,03	10,96

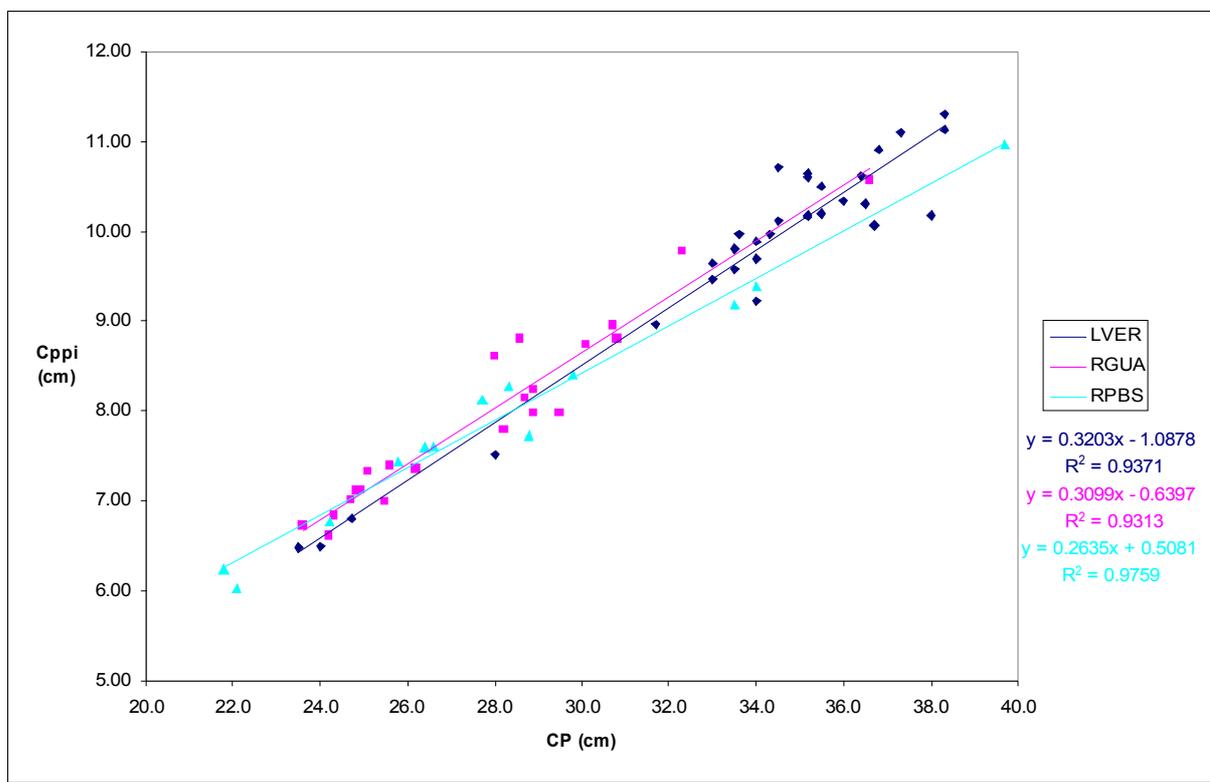


Figura 32: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-peitoral sobre comprimento padrão.

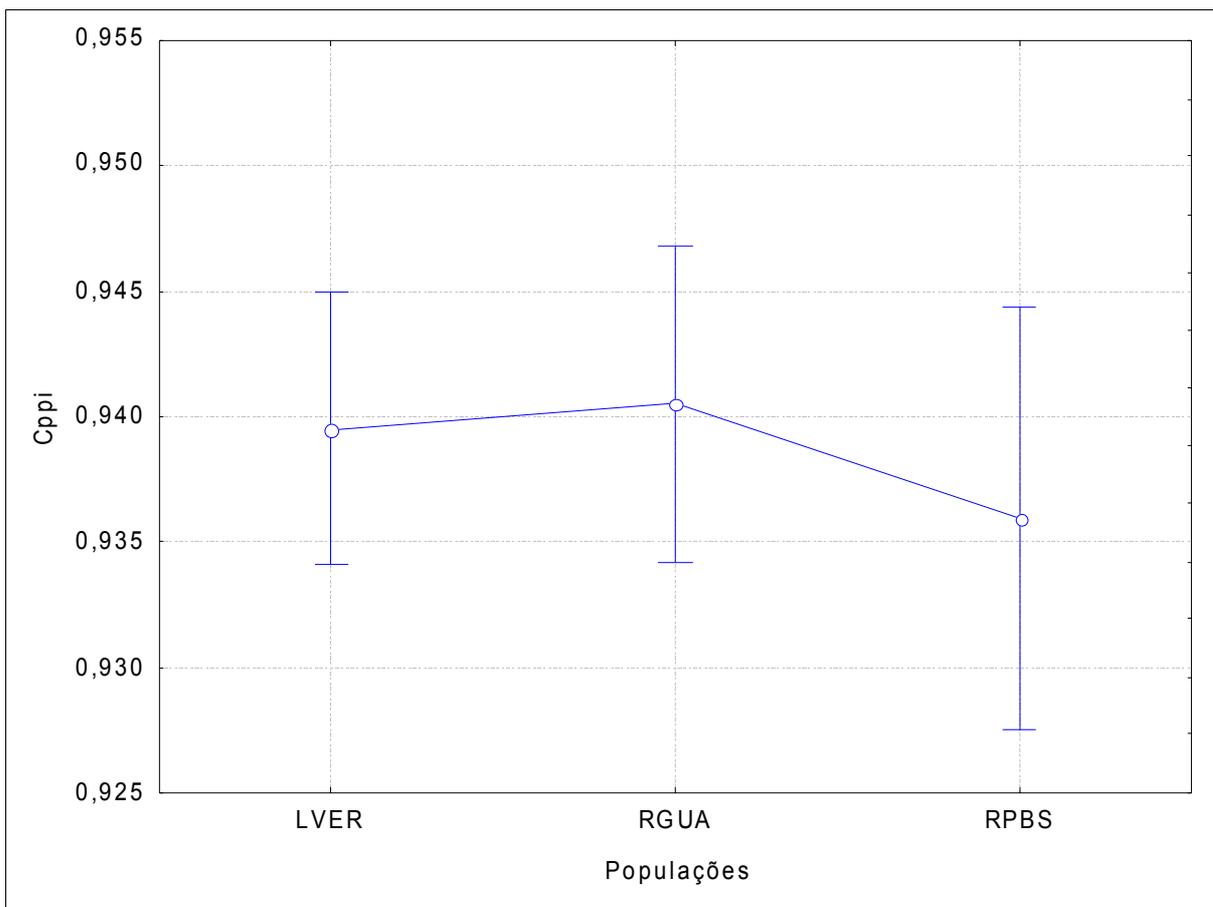


Figura 33: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-peitoral.

Tabela 32: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-peitoral entre as três localidades.

<i>Cppi</i>	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,968497	0,755285
RGUA	0,968497		0,659349
RPBS	0,755285	0,659349	

Comprimento da Base da Nadadeira Peitoral (Cbpi) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Diferenças significativas foram detectadas entre as constantes de regressão do comprimento da base da nadadeira peitoral das três localidades (Tabela 1), com os espécimes da Lagoa Vermelha tendo o menor valor e os do rio Paraíba do Sul tendo o maior valor (Figura 34). Os coeficientes angulares não apresentaram diferenças significativa.

Os espécimes do rio Guandu possuem a maior base da nadadeira peitoral das três localidades amostradas (Figura 35), com a média significativamente diferente das demais (Tabela 34). Os espécimes do rio Paraíba do Sul e Lagoa Vermelha tiveram praticamente os mesmos tamanhos, sem ter diferenças no teste das médias.

Tabela 33: Valores mínimos e máximos do comprimento da base da nadadeira peitoral.

<i>Cbpi</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	0,78	1,45
RGUA	24	0,76	1,34
RPBS	13	0,68	1,29

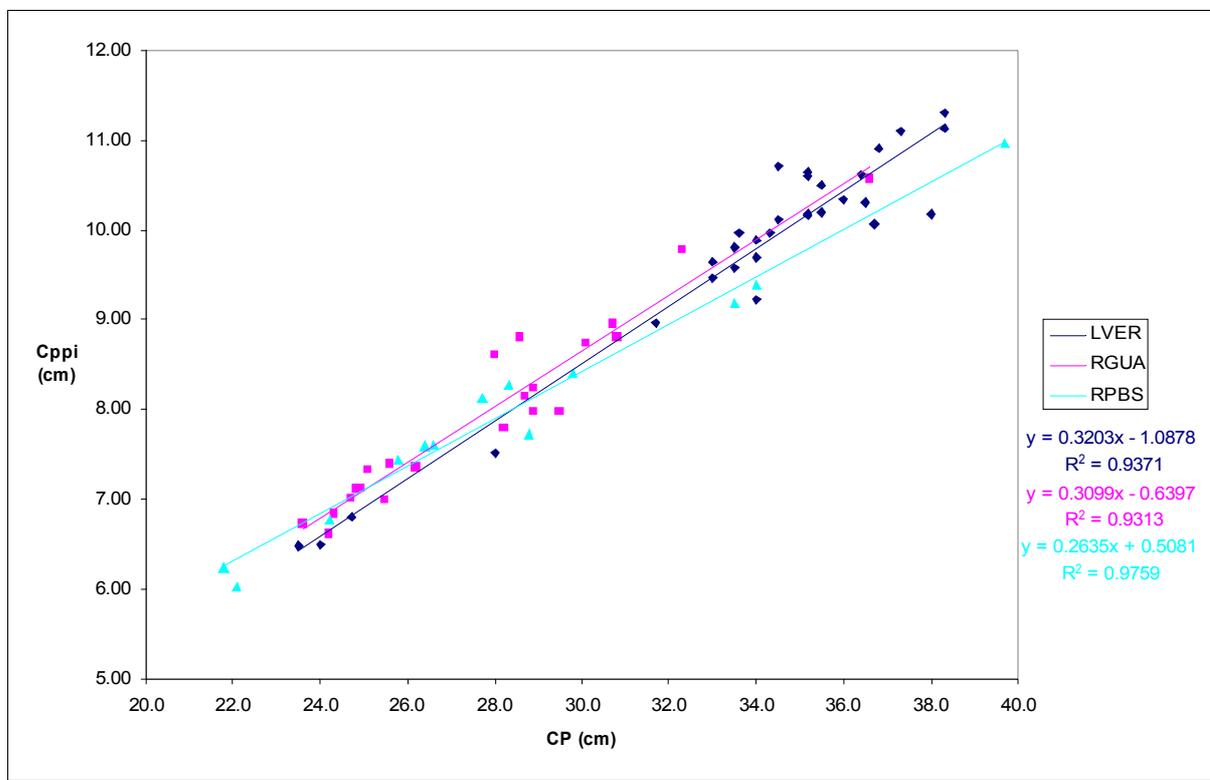


Figura 34: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da base da nadadeira peitoral sobre o comprimento padrão.

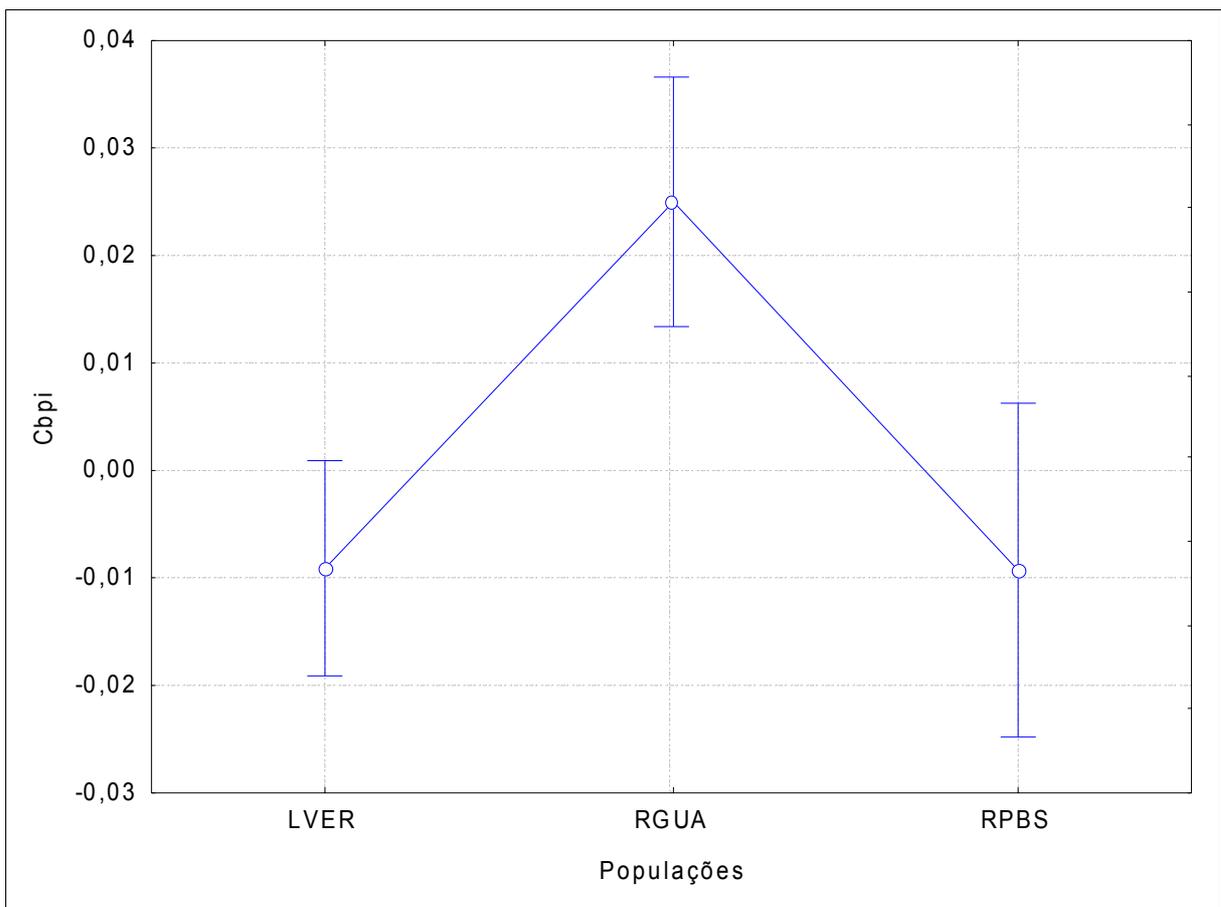


Figura 35: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da base da nadadeira peitoral.

Tabela 34: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira peitoral entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cbpi	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,000210	0,999784
RGUA	0,000210		0,002204
RPBS	0,999784	0,002204	

Comprimento da Nadadeira Peitoral (Cpi) sobre o Comprimento Padrão (CP)

as retas de regressão do comprimento da peitoral sobre o comprimento padrão apresentaram diferenças significativas entre as constantes da regressão e coeficientes angulares (Tabela 1), com a reta representativa dos espécimes da Lagoa vermelha tendo o maior valor do coeficiente angular e menor constante da regressão (Figura 36).

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a maior nadadeira peitoral dentre as três localidades amostradas (Figura 37), os espécimes do rio Paraíba do Sul possuem a menor nadadeira. O teste das médias mostrou que os peixes da Lagoa Vermelha tem sua média significativamente diferente das demais localidades amostras, não havendo diferenças significativas entre os rio Paraíba do Sul e Guandu (Tabela 36).

Tabela 35: Valores mínimos e máximos do comprimento da nadadeira peitoral.

<i>Cpi</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	2,91	6,00
RGUA	24	3,27	4,87
RPBS	13	2,98	5,26

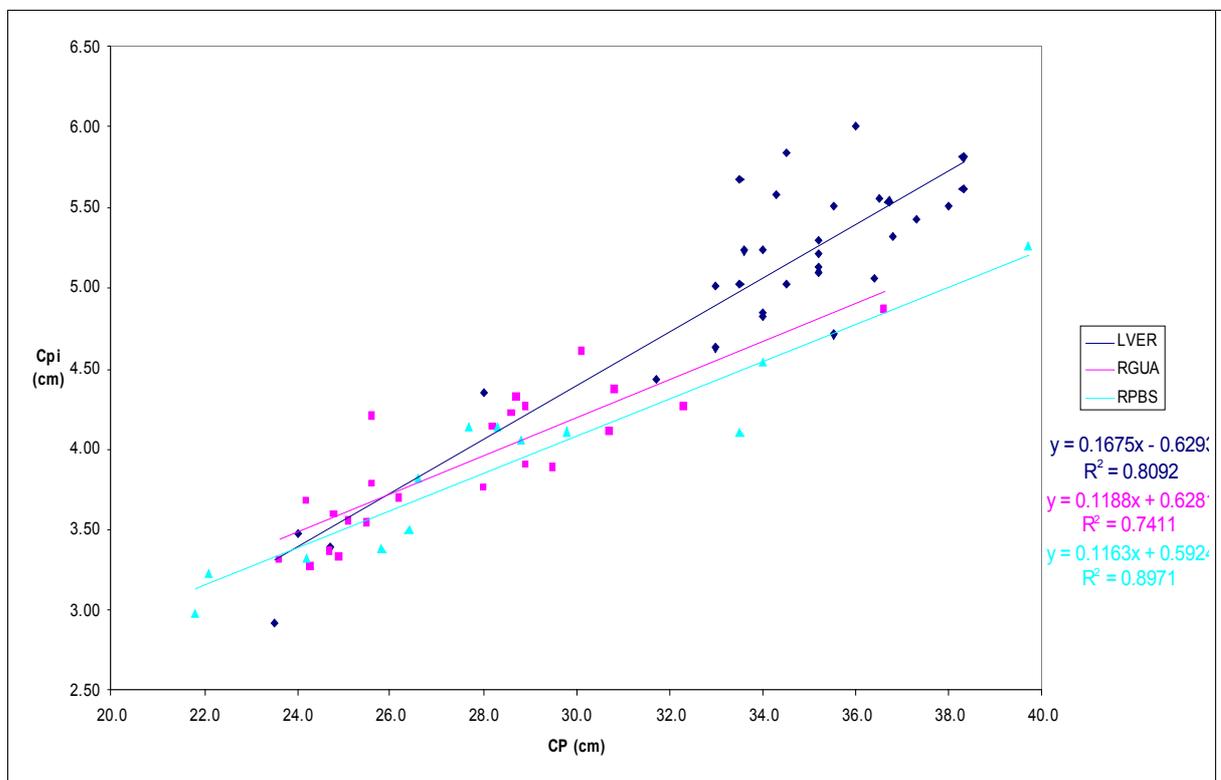


Figura 36: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da nadadeira peitoral sobre o comprimento padrão.

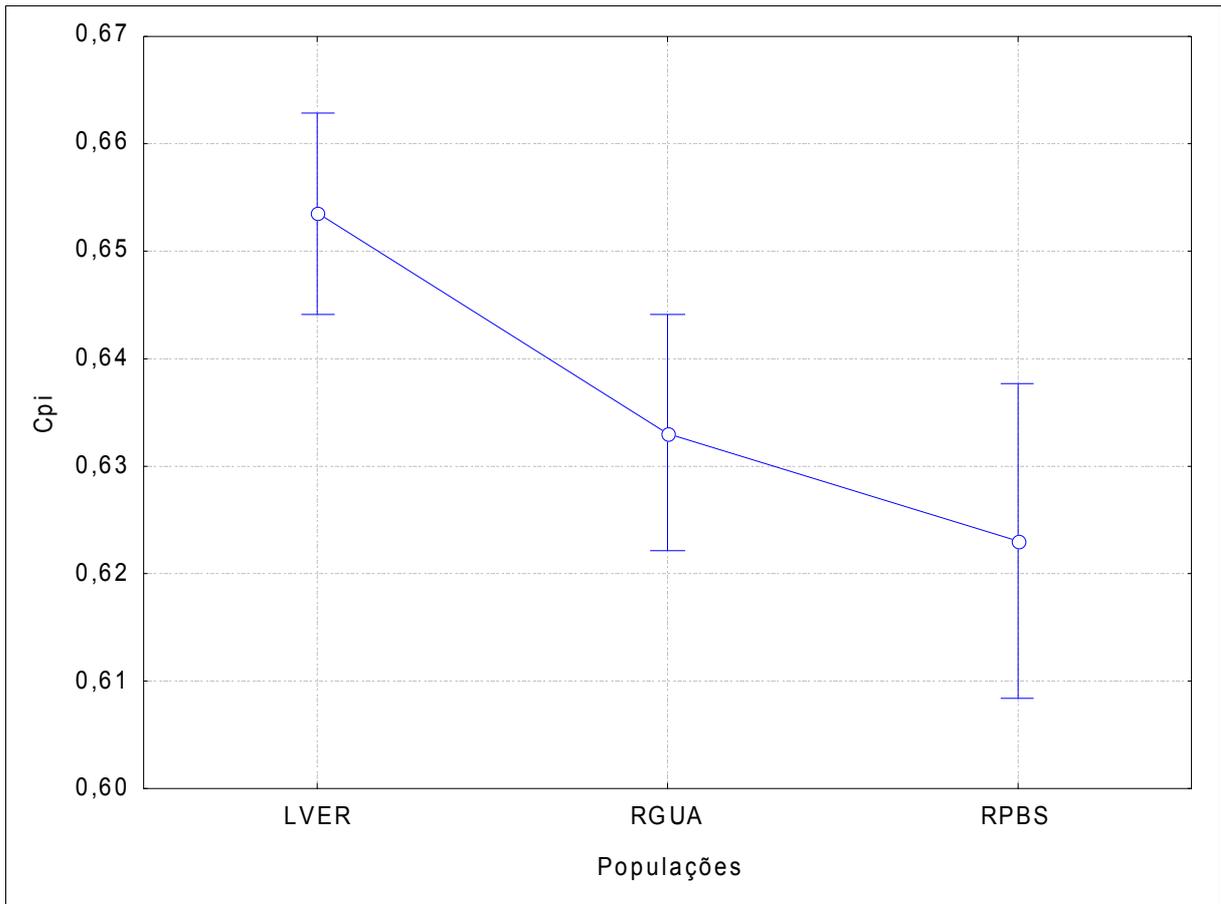


Figura 37: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da nadadeira peitoral.

Tabela 36: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira peitoral entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

<i>Cpi</i>	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,017904	0,002559
RGUA	0,017904		0,518287
RPBS	0,002559	0,518287	

Comprimento Pré-Pélvica (Cppl) sobre o Comprimento Padrão (CP)

As retas de regressão do comprimento pré-pélvica sobre o comprimento padrão, referentes as três localidades amostradas, não apresentou diferenças significativas quanto a constantes da regressão e coeficientes angulares (Tabela 1), apesar das diferenças entre as constantes da regressão (Figura 38).

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o menor comprimento pré-pélvica das três localidades amostradas (Figura 39), os espécimes do rio Guandu se mostrou ligeiramente maior que Paraíba do Sul. O teste das médias mostrou diferenças significativas entre os espécimes da Lagoa Vermelha para as demais localidades amostradas (Tabela 38), não sendo detectada diferenças significativas entre os rios Guandu e Paraíba do Sul

Tabela 37: Valores mínimos e máximos do comprimento pré-pélvica.

<i>Cppl</i>	n	minimo	máximo
LVER	31	12,7	21,0
RGUA	24	12,8	19,6
RPBS	13	11,3	21,5

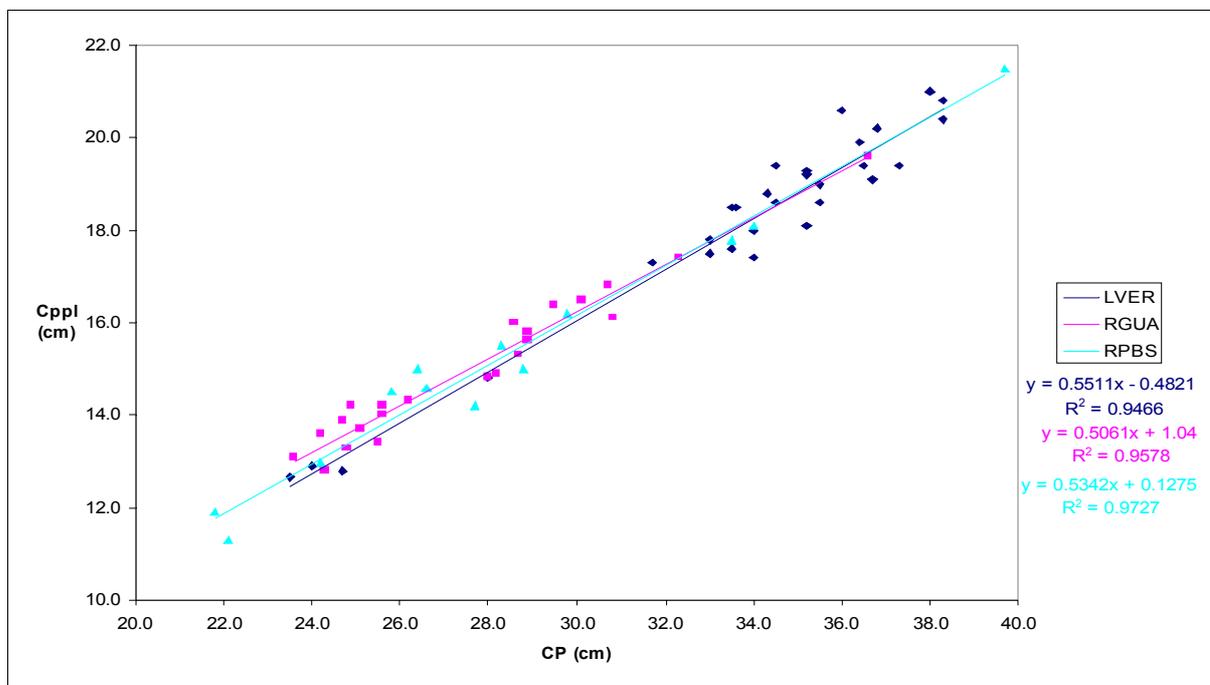


Figura 38: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento pré-pélvica sobre o comprimento padrão.

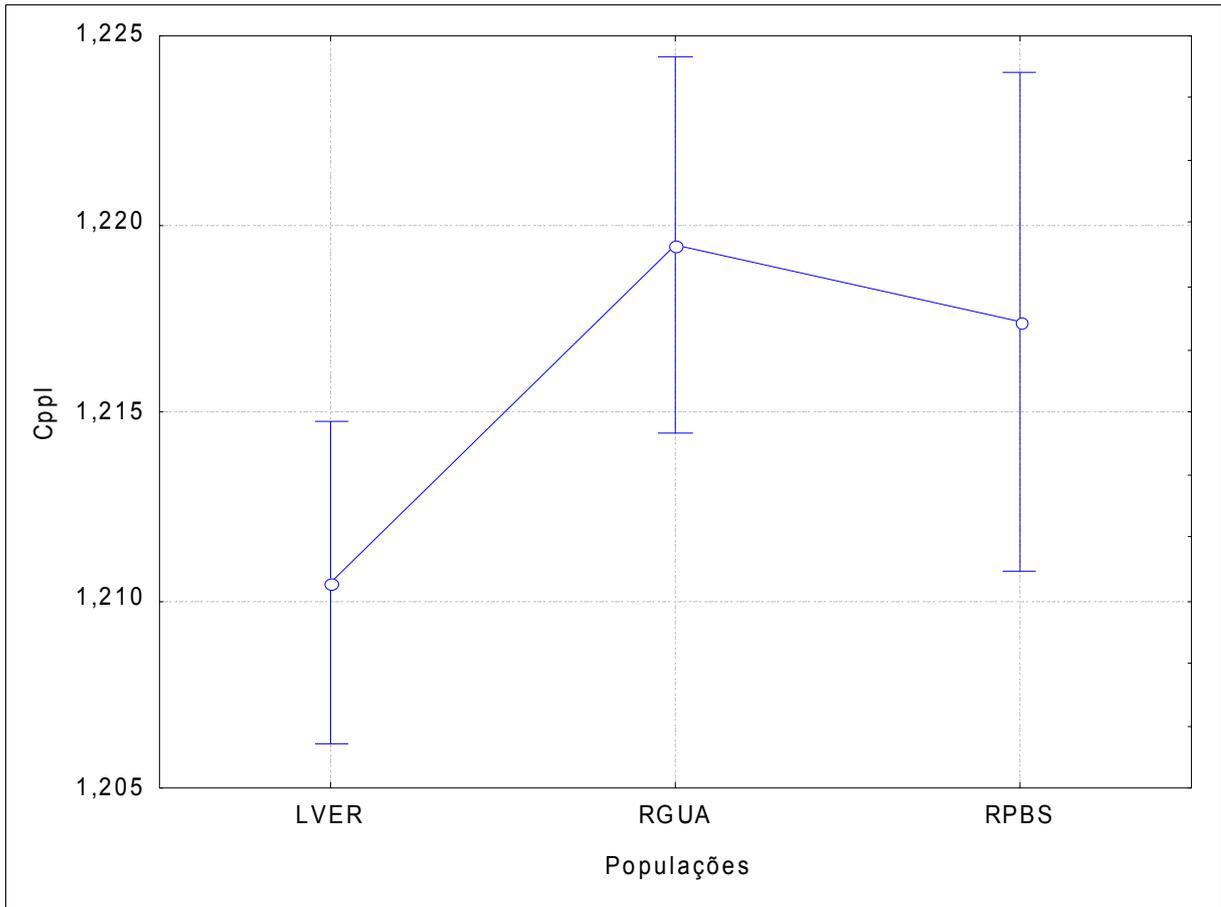


Figura 39: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento pré-pélvica.

Tabela 38: Teste de Tukey para comparação do comprimento pré-pélvica entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cppi	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,021757	0,190981
RGUA	0,021757		0,875173
RPBS	0,190981	0,875173	

Comprimento da Base da Nadadeira Pélvica (Cbpl) sobre o Comprimento Padrão (CP)

As constantes das regressões das retas dos espécimes das três localidades mostrou diferenças significativas entre elas (Tabela 1), com a reta dos peixes do rio Paraíba do Sul tendo o menor valor das populações amostradas (Figura 40). Os coeficientes angulares não apresentou diferenças significativas, com as três retas tendo valores semelhantes,

das três localidades amostradas, os espécimes do rio Guandu foi a que possui o maior comprimento da base da nadadeira pélvica (Figura 41) sendo pouca a diferença entre Lagoa Vermelha e rio Paraíba do Sul. O teste das médias mostrou diferenças significativas entre rio Guandu e as demais localidades (Tabela 40), não havendo diferença entre as médias da Lagoa Vermelha e Paraíba do Sul.

Tabela 39: Valores mínimos e máximos do comprimento da base da nadadeira pélvica.

<i>Cbpl</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	0,87	1,53
RGUA	24	0,80	1,60
RPBS	13	0,73	1,55

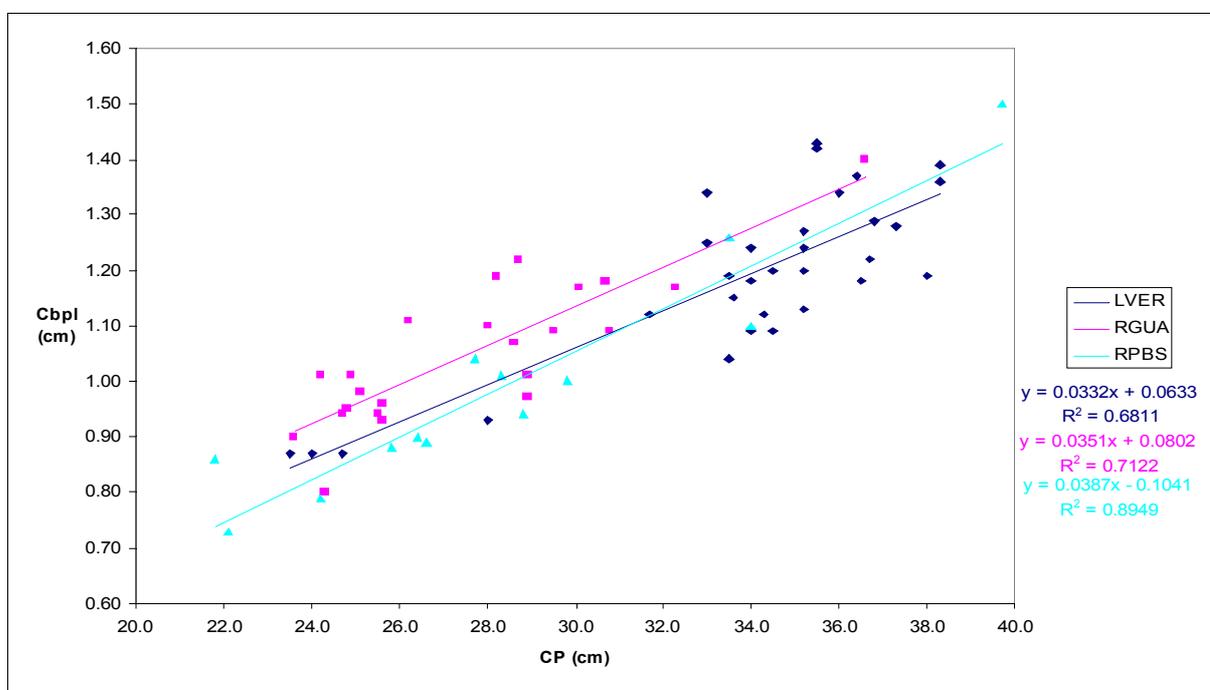


Figura 40: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da base da nadadeira pélvica sobre o comprimento padrão.

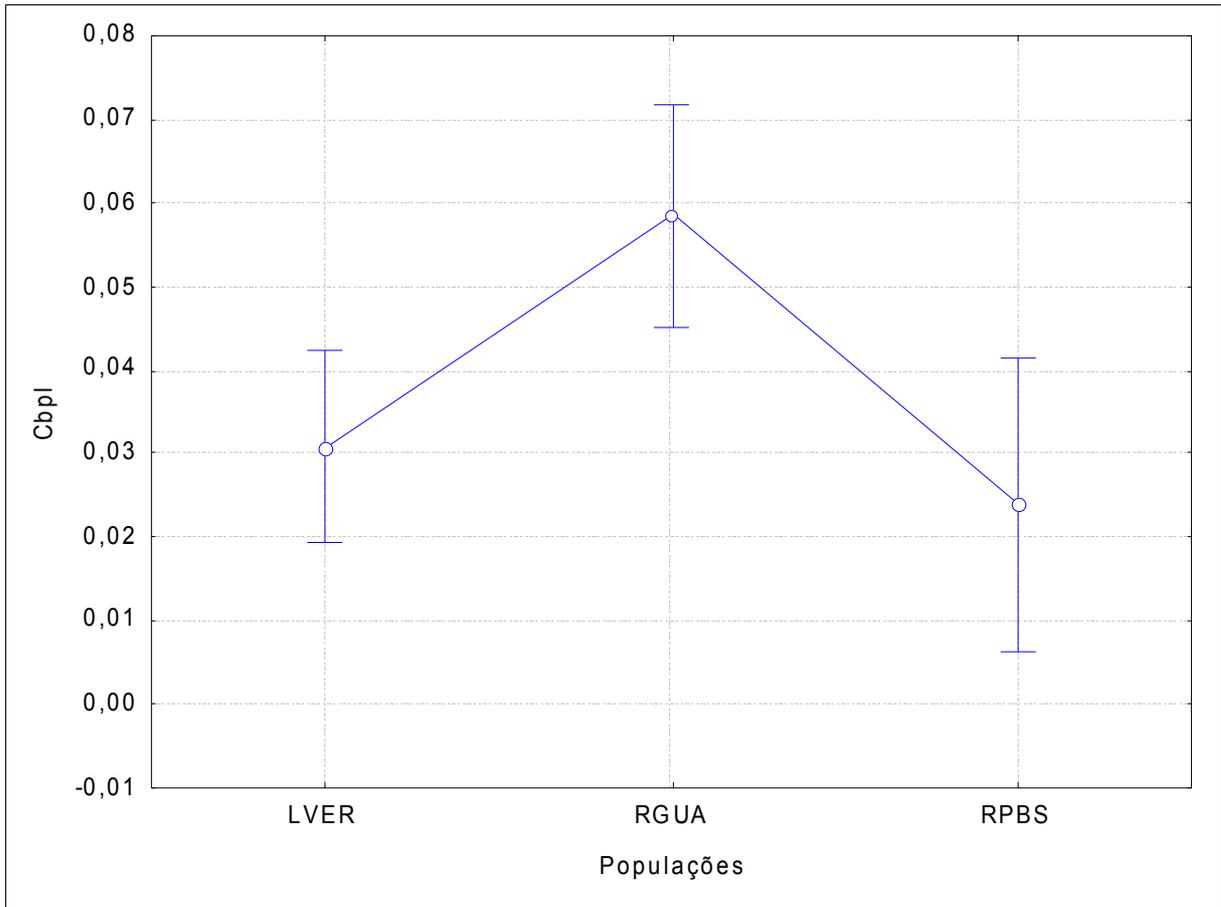


Figura 41: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da base da nadadeira pélvica.

Tabela 40: Teste de Tukey para comparação do comprimento da base da nadadeira pélvica entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cbpl	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,007221	0,789026
RGUA	0,007221		0,007723
RPBS	0,789026	0,007723	

Comprimento da Nadadeira Pélvica (Cpl) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Diferenças significativas entre as constantes da regressão das retas das três localidades amostradas foram constatadas (Tabela 1), com a amostra representativa do rio Paraíba do Sul tendo o maior valor (Figura 42), possuindo a reta mais inclinada. Os coeficientes angulares não apresentaram diferenças significativas entre as três localidades.

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a maior nadadeira pélvica das três localidades amostradas (Figura 43), com pouca diferença entre o tamanho dos peixes dos rios Guandu e Paraíba do Sul. O teste das médias mostrou diferenças significativas dos peixes da Lagoa Vermelha em relação as outras duas localidades, não detectando diferenças significativas entre os rios Guandu e Paraíba do Sul (Tabela 42).

Tabela 41: Valores mínimos e máximos do comprimento da nadadeira pélvica.

<i>Cple</i>	n	mínimo	máximo
LVER	31	3,43	6,45
RGUA	24	3,54	5,30
RPBS	13	3,29	5,22

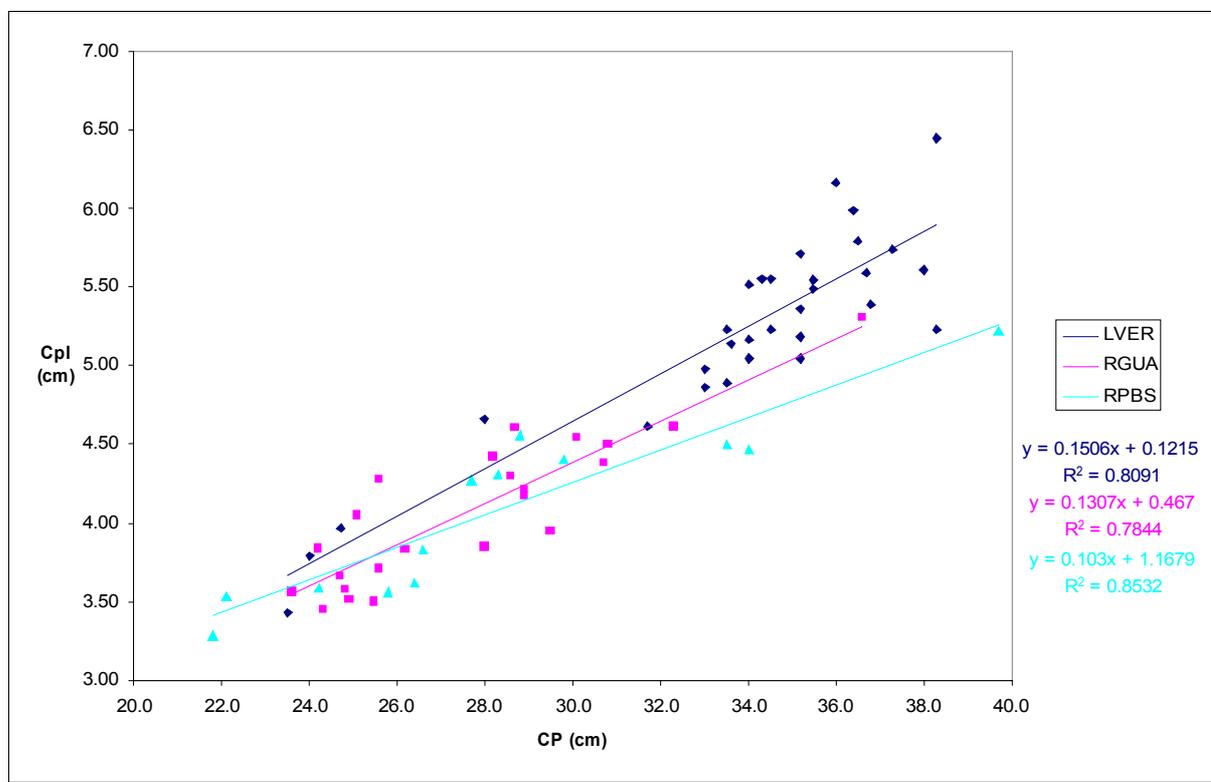


Figura 42: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento da nadadeira pélvica sobre o comprimento padrão.

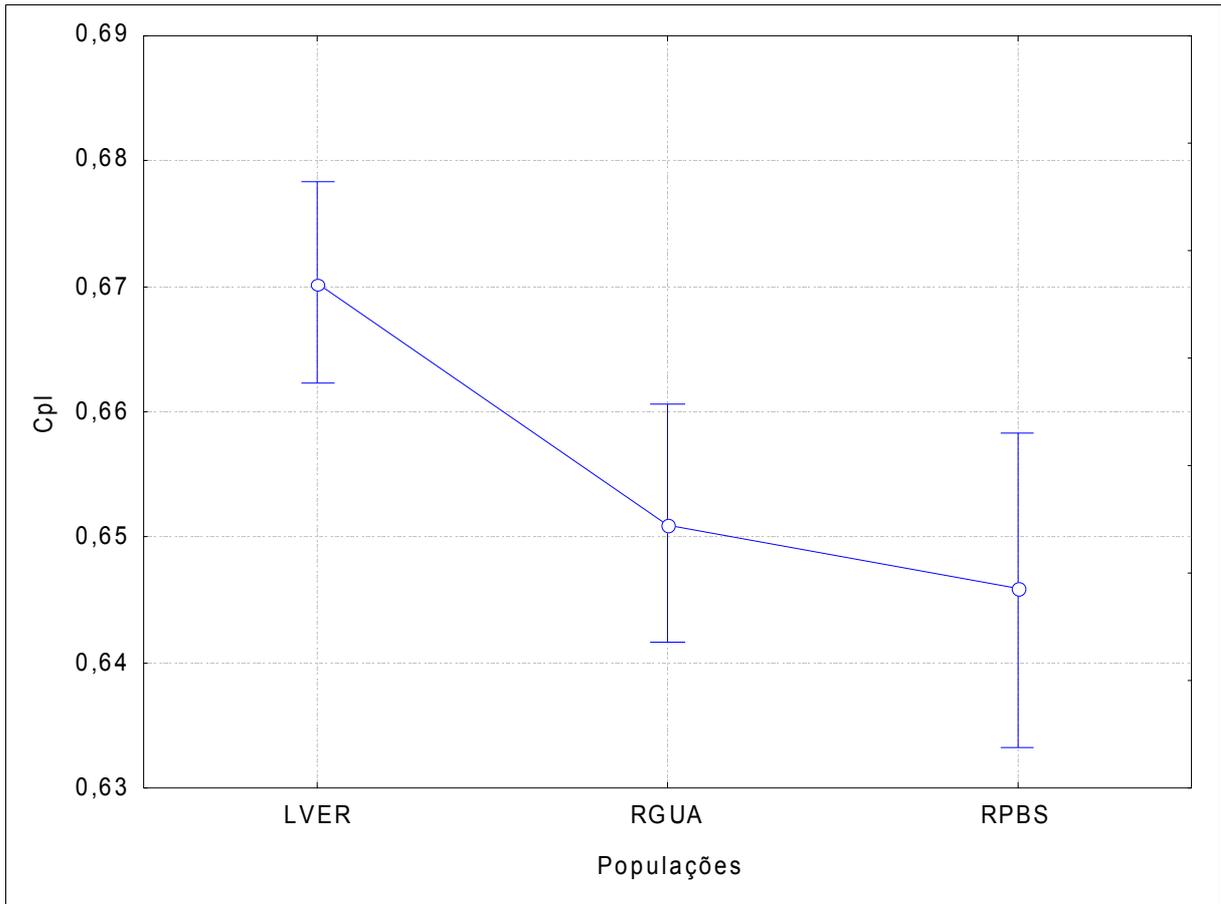


Figura 43: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento da nadadeira pélvica.

Tabela 42: Teste de Tukey para comparação do comprimento da nadadeira pélvica entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

<i>Cpl</i>	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,008601	0,005060
RGUA	0,008601		0,783891
RPBS	0,005060	0,783891	

Altura da Nadadeira Anal (Aa) sobre o Comprimento Padrão (CP)

As constantes das regressões apresentaram diferenças significativas (Tabela 1), com as amostras da Lagoa Vermelha apresentando valor muito inferior as demais constantes (Figura 44), com sua reta em posição superior as demais. Os coeficientes angulares não apresentaram diferenças significativa entres as retas, apesar do valor da amostra da Lagoa Vermelha ser maior que as demais.

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a nadadeira anal mais alta que as demais localidades (Figura 45), com a média significativamente diferente das demais localidades (Tabela 44). Os espécimes dos rios Paraíba do Sul e Guandu apresentaram, praticamente, o mesmo tamanho, sem apresentar diferenças significativas entre suas médias.

Tabela 43: Valores mínimos e máximos da altura da nadadeira anal.

Aa	n	minimo	máximo
LVER	31	2,64	4,86
RGUA	24	2,34	3,86
RPBS	13	2,55	4,11

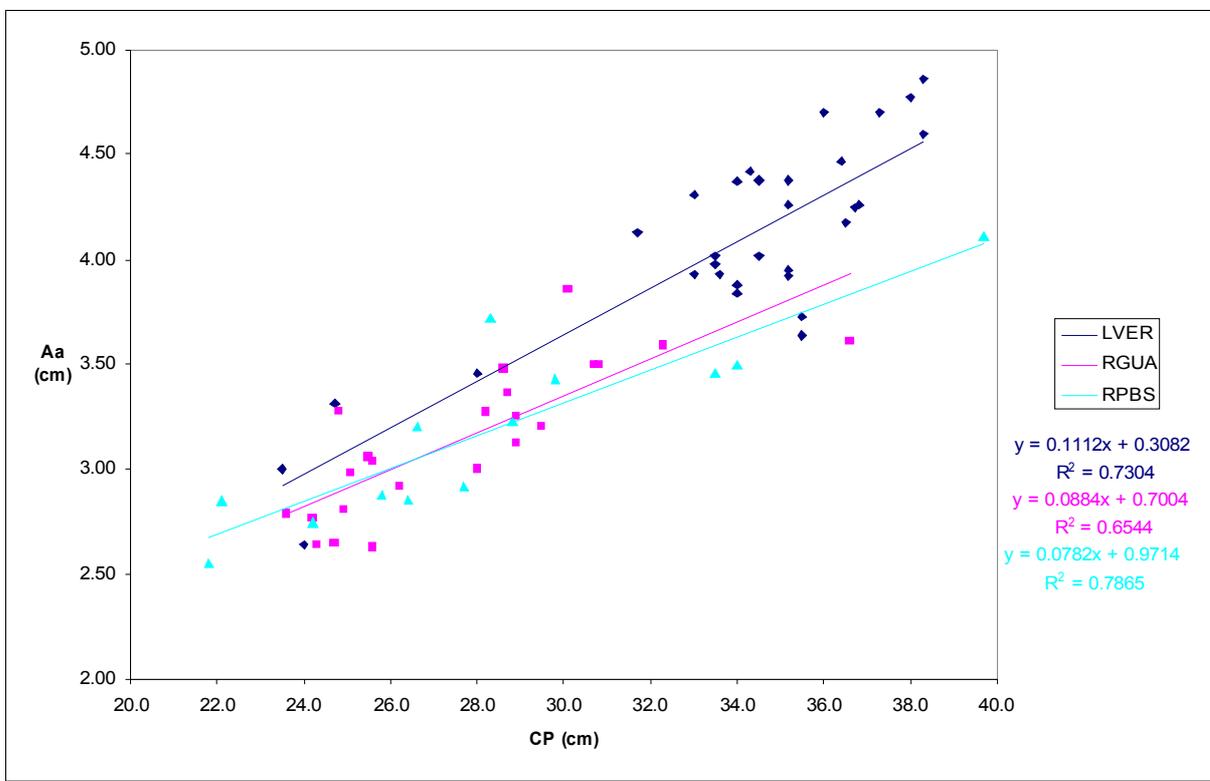


Figura 44: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura da nadadeira anal sobre o comprimento padrão.

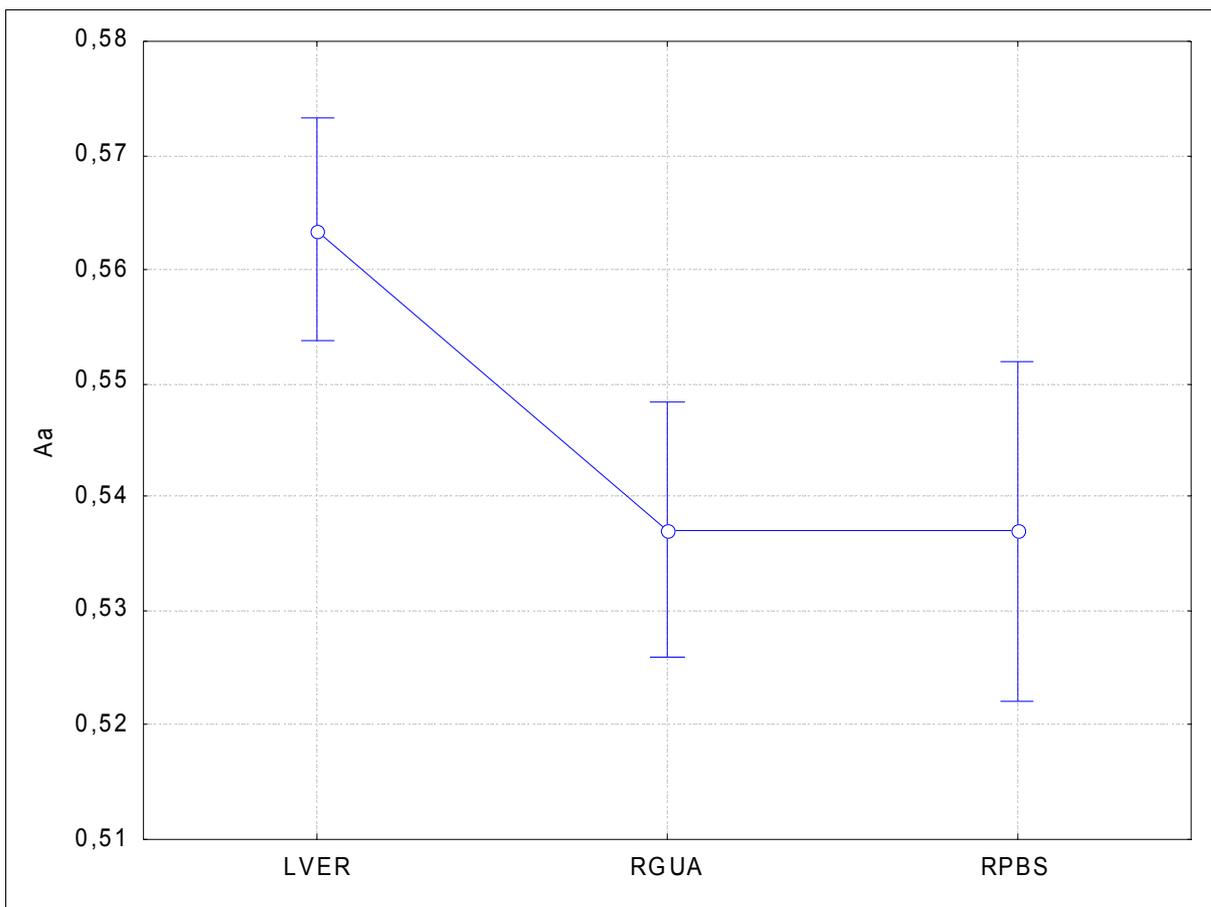


Figura 45: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura da nadadeira anal.

Tabela 44: Teste de Tukey para comparação da altura da nadadeira anal entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Aa	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,002270	0,011986
RGUA	0,002270		0,999912
RPBS	0,011986	0,999912	

Comprimento Entre Anal e Caudal (Eac) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Os coeficientes angulares das três retas apresentou diferenças significativas (Tabela 1), com a reta do rio Paraíba do Sul mais inclinada que as demais, possuindo o menor valor do coeficiente (Figura 46). As constantes das regressões não foram significativamente diferentes.

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o maior comprimento entre as nadadeiras anal e caudal (Figura 47), caracterizando um maior pedúnculo caudal, com média significativamente diferente das demais localidades (Tabela 46). Os espécimes do rio Guandu tem o comprimento entre anal e caudal maior que os peixes do rio Paraíba do Sul, porem suas médias não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 45: Valores mínimos e máximos do comprimento entre anal e caudal.

<i>Eac</i>	n	minimo	máximo
LVER	31	2,33	4,66
RGUA	24	2,26	4,93
RPBS	13	2,24	3,36

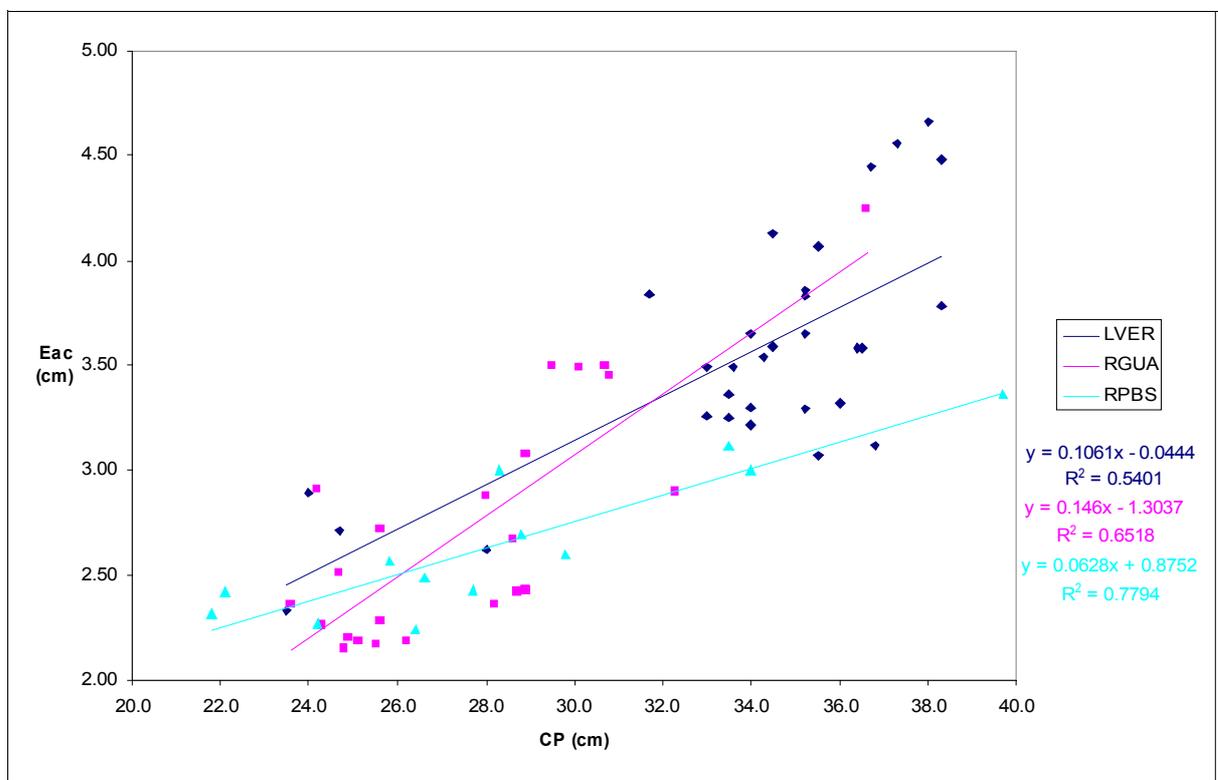


Figura 46: Gráfico de dispersão e retas de regressão do comprimento entre anal e caudal sobre o comprimento padrão.

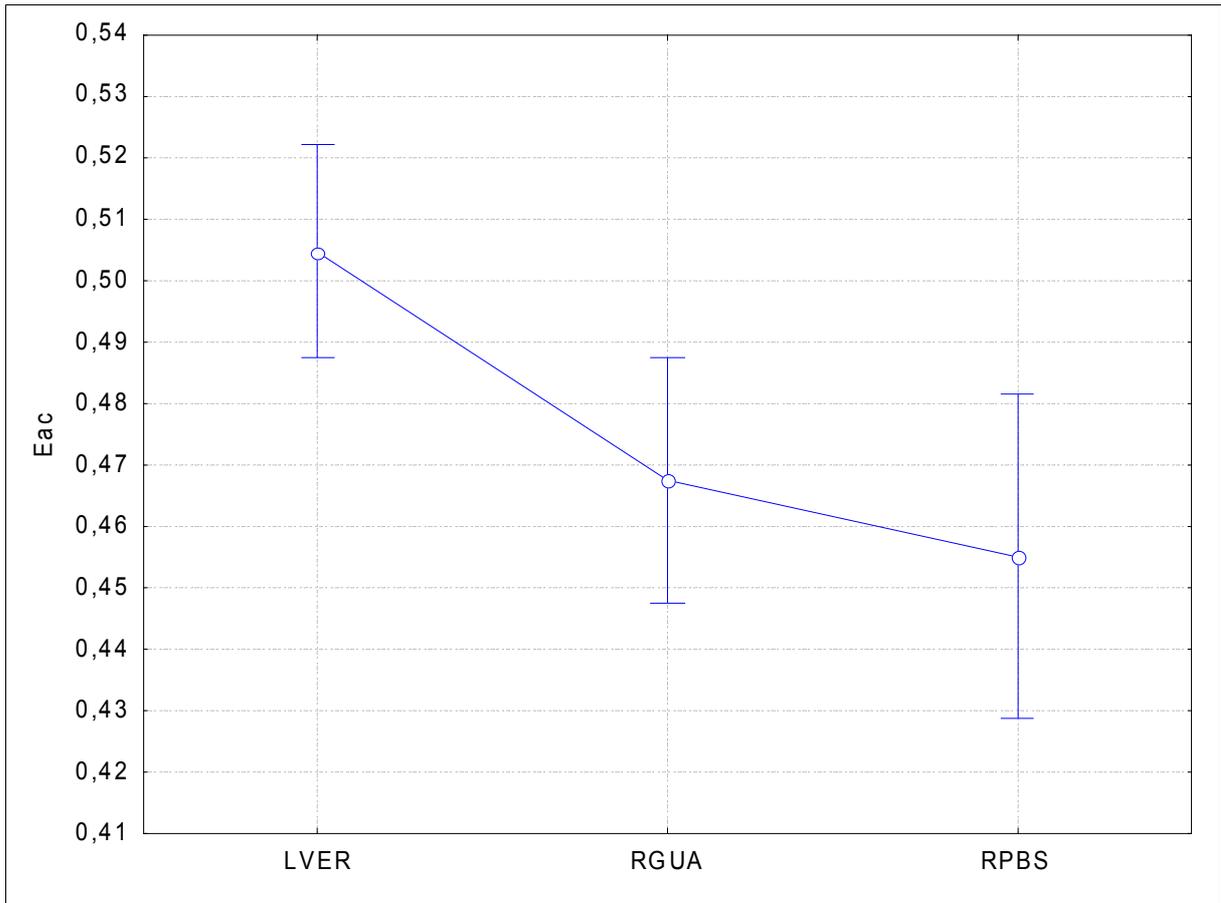


Figura 47: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) do comprimento entre anal e caudal.

Tabela 46: Teste de Tukey para comparação do comprimento entre anal e caudal entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Eac	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,017047	0,007268
RGUA	0,017047		0,737892
RPBS	0,007268	0,737892	

Altura do Pedúnculo Caudal (Apc) sobre o Comprimento Padrão (CP)

Tanto os coeficientes angulares com as constantes das regressões foram significativamente diferentes nas retas da altura do pedúnculo caudal sobre o comprimento padrão (Tabela 1), onde a reta representativa dos espécimes do rio Paraíba do Sul apresentou a maior inclinação, com o menor valor na constante de regressão e maior valor no coeficiente angular (Figura 48).

Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem o pedúnculo caudal mais baixo das três localidades amostradas, e os peixes do rio Paraíba do Sul possui o mais alto (Figura 49). O teste das médias só mostrou diferenças significativas entre os espécimes da Lagoa Vermelha e Paraíba do Sul (Tabela 48).

Tabela 47: Valores mínimos e máximos da altura altura do pedúnculo.

Apc	n	mínimo	máximo
LVER	31	2,98	4,97
RGUA	24	3,03	4,90
RPBS	13	2,77	5,42

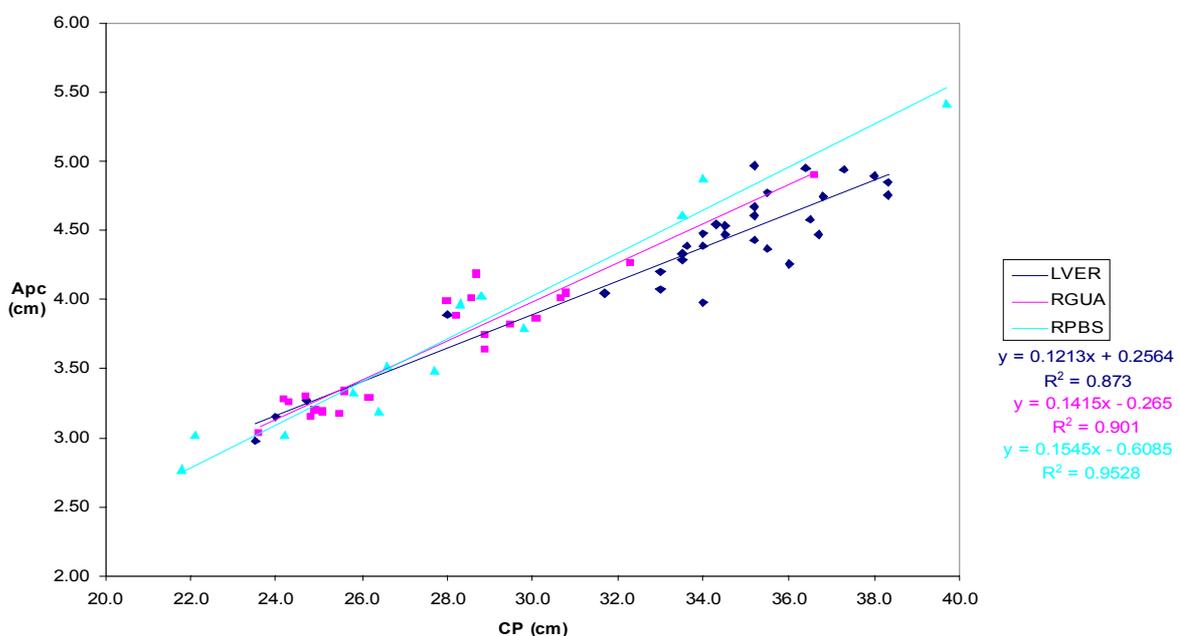


Figura 48: Gráfico de dispersão e retas de regressão da altura do pedúnculo caudal sobre o comprimento padrão.

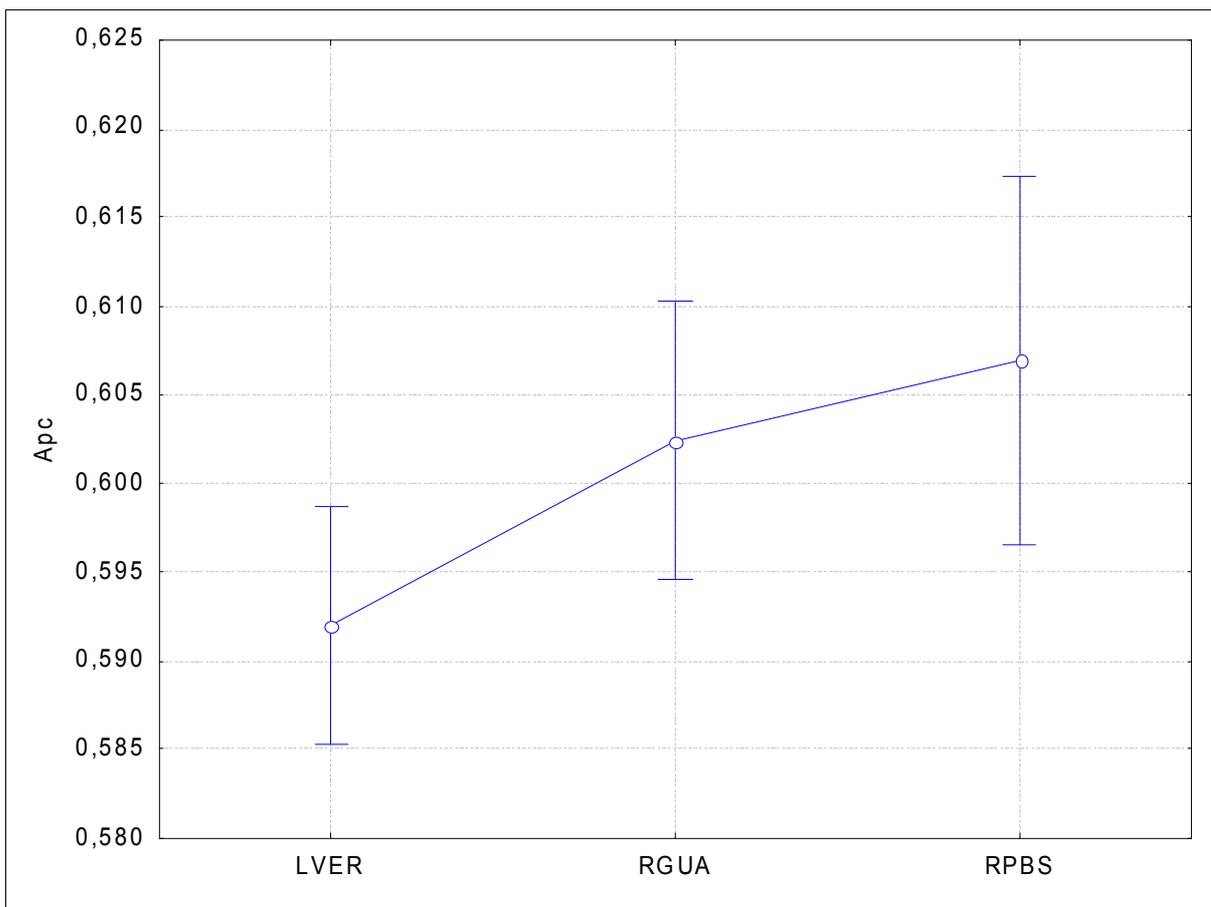


Figura 49: Média e intervalo de confiança (barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança) da altura do pedúnculo caudal.

Tabela 48: Teste de Tukey para comparação da altura do pedúnculo caudal entre as três localidades. Valores em negrito representam dados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Apc	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,118728	0,049434
RGUA	0,118728		0,765586
RPBS	0,049434	0,765586	

4.1.2 Análises Multivariadas

A Análise Componentes Principais dos 23 caracteres morfométricos de *Hoplias malabaricus* das três localidades estudadas evidenciou uma separação entre grupos (Figura 50). O fator 1 correspondeu a 22,65% da variabilidade, sendo mais influenciado pelas mediadas referentes a cabeça (Tabela 49), que obtiveram valores positivos, enquanto que dados referentes a largura e altura do corpo, nadadeira peitoral e diâmetro orbital tiveram valores negativos. O fator 2 correspondeu a 12,47% da variabilidade, sendo influenciado por dados referentes a largura e altura do corpo, e comprimento da nadadeira dorsal e base da peitoral tiveram valores positivos, enquanto que dados referentes a comprimento e altura de nadadeiras, e diâmetro orbital tiveram valores negativos.

Os espécimes da Lagoa Vermelha localizaram-se a direita do diagrama, sendo caracterizados por possuírem os maiores tamanhos da cabeça. Os espécimes dos rios Paraíba do Sul e Guandu localizaram-se a esquerda do gráfico, por possuírem menores tamanhos para estes caracteres, sendo separados pelo pelo segundo fator, influenciados por mediadas referentes a altura e largura do corpo (Figura 51).

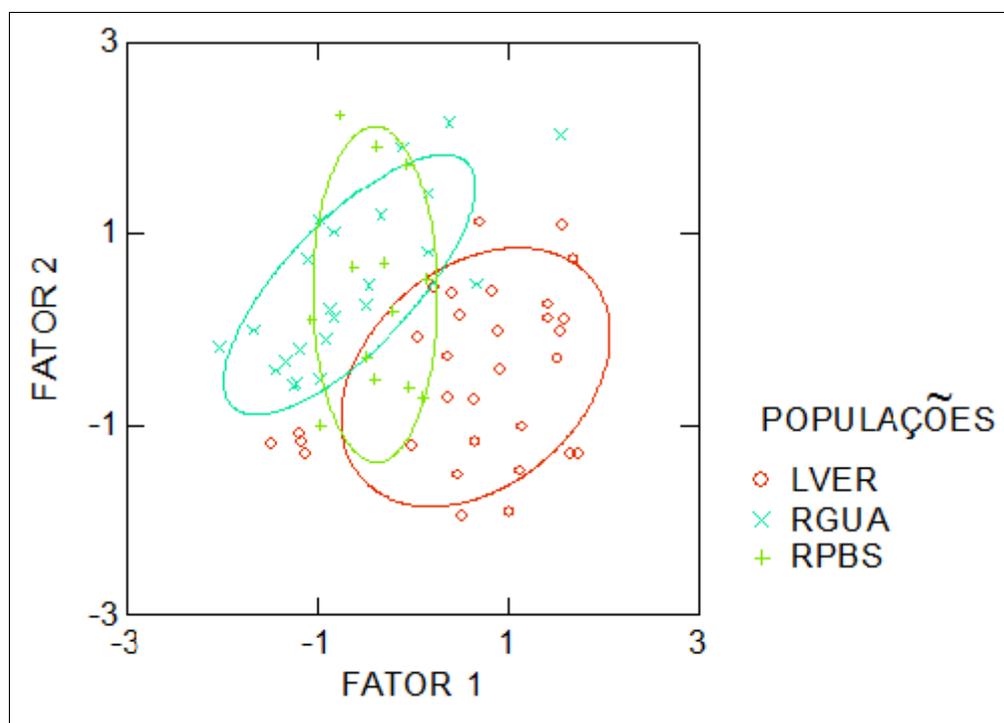


Figura 50: Diagrama de ordenação dos dados morfométricos pela análise dos componentes principais, com os dados transformados pelo método de Thorpe.

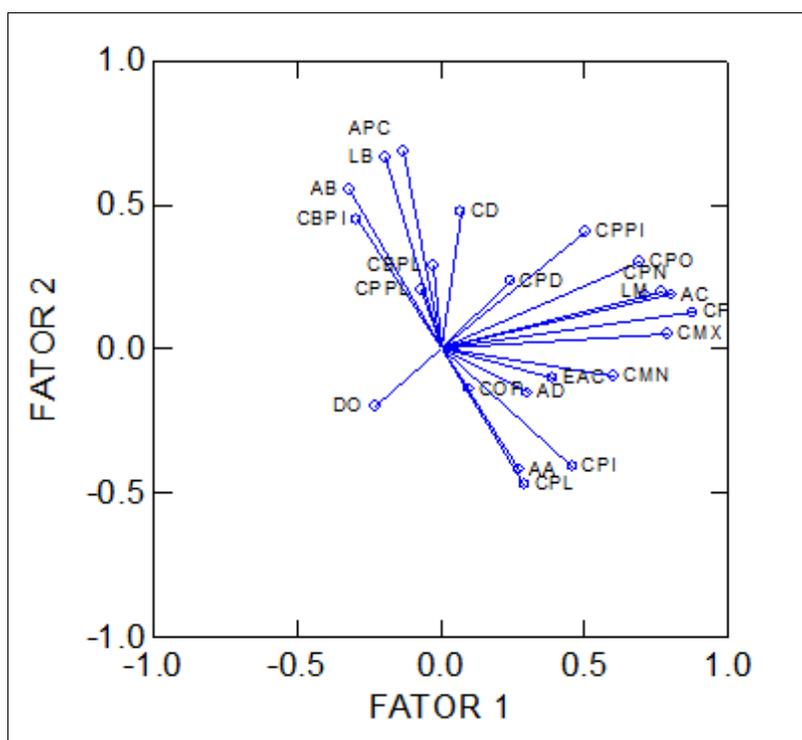


Figura 51: Projeção das variáveis morfométricas utilizadas na análise dos componentes principais.

Tabela 49: Peso dos caracteres morfométricos sobre os dois primeiros fatores da análise dos componentes principais.

<i>PCA</i>	Fator 1	Fator 2
Altura da cabeça (Ac)	0,801	0,188
Largura da boca (Lm)	0,768	0,198
Comprimento da mandíbula (Cmn)	0,599	-0,095
Comprimento da maxila (Cmx)	0,791	0,052
Comprimento da face (Cf)	0,877	0,126
Pré-nasal (Cpn)	0,713	0,187
Comprimento pré-ocular <i>-focinho-</i> (Cpo)	0,693	0,305
Diâmetro orbital (Do)	-0,230	-0,201
Comprimento do opérculo (Cop)	0,097	-0,139
Altura do corpo (Ab)	-0,319	0,555
Largura do corpo (Lb)	-0,193	0,665
Comprimento pré-dorsal (Cpd)	0,242	0,236
Comprimento da dorsal (Cd)	0,069	0,475
Altura da dorsal (Ad)	0,299	-0,152
Comprimento pré-peitoral (Cppi)	0,505	0,406
Comprimento da base da peitoral (Cbpi)	-0,294	0,447
Comprimento da peitoral (Cpi)	0,457	-0,404
Comprimento pré-pélvica (Cppl)	-0,070	0,205
Comprimento da base da pélvica (Cbpl)	-0,027	0,205
Comprimento da pélvica (Cpl)	0,291	-0,470
Altura da anal (Aa)	0,271	-0,418
Entre anal e caudal (Eac)	0,389	-0,102
Altura do pedúnculo caudal(Apc)	-0,131	0,684

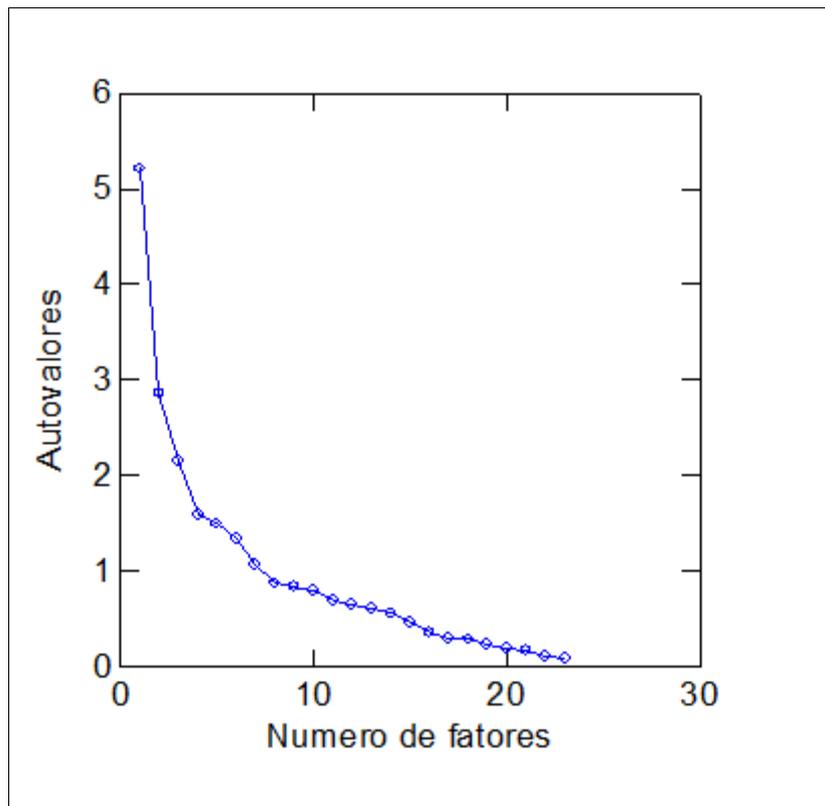


Figura 52: Variação dos autovalores dos 23 caracteres morfométricos utilizados na análise dos componentes principais.

A análise discriminante utilizando o método passo a passo (stepwise) evidenciou boa separação entre as localidades com os 23 caracteres morfométricos (Figura 53). O fator 1 separou os espécimes da Lagoa vermelha, não separando os espécimes das outras localidades. O fator 2 separou os espécimes do rio Guandu e Paraíba do Sul, que não foram separados pelo fator 1. O método Jackknifing da análise discriminante confirmou a separação dos grupos (Tabela 52), com percentagem de acerto de classificação de 70% para os espécimes do Paraíba do Sul, o mais baixo, até 90% para os espécimes da Lagoa Vermelha, o mais alto (Tabelas 51 e 52).

Tabela 50: Peso dos caracteres morfométricos selecionados pelo método passo a passo (stepwise) para os dois primeiros fatores da análise discriminante.

<i>Análise Discriminante</i>	Fator 1	Fator 2
Largura da boca (Lm)	0,523	0,424
Comprimento da face (Cf)	0,406	-0,425
Comprimento pré-dorsal (Cpd)	-0,637	-0,432
Altura da dorsal (Ad)	0,710	0,353
Comprimento da base da peitoral (Cbpi)	-0,445	0,610
Comprimento da base da pélvica (Cbpl)	-0,102	0,647
Altura da anal (Aa)	0,438	-0,068
Altura do pedúnculo caudal (Apc)	-0,544	-0,491

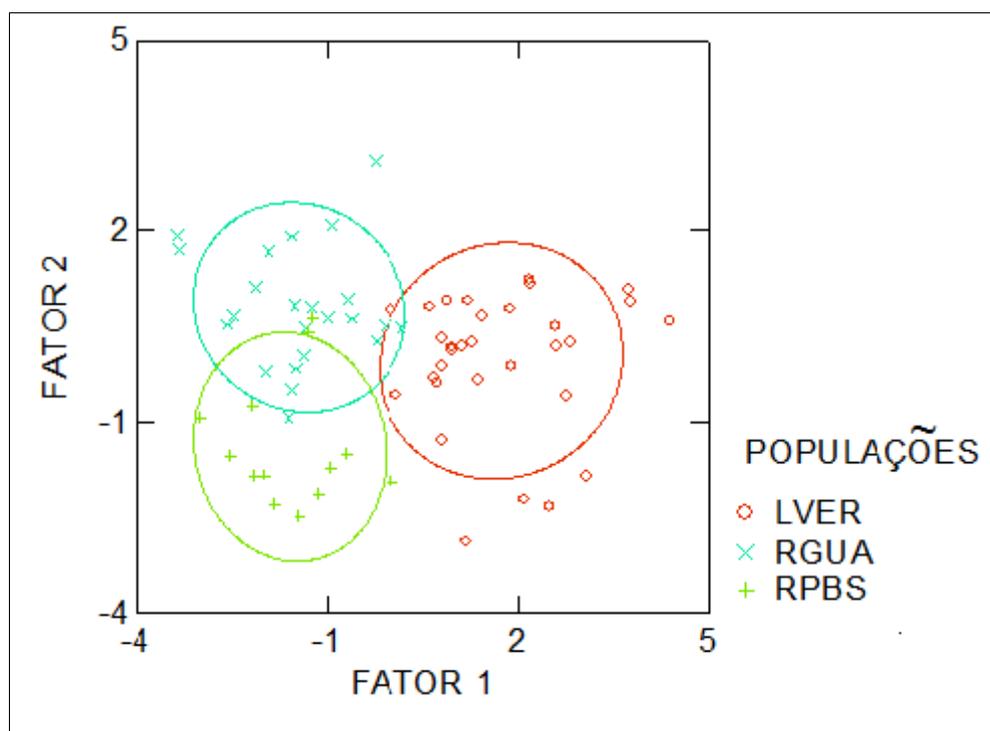


Figura 53: Diagrama de ordenação dos dados morfométricos pela análise discriminante pelo método stepwise, com os dados transformados pelo método de Thorpe.

Tabela 51: Matriz de classificação da análise discriminante dos dados morfométricos.

<i>Class. Matriz</i>	LVER	RGUA	RPBS	% correto
LVER	30	1	0	97
RGUA	1	20	2	87
RPBS	0	2	11	85
Total	31	23	13	91

Tabela 52: Número de indivíduos corretamente classificados nas localidades com base nos caracteres morfométricos por meio do método Jackknifing da análise discriminante.

<i>Jackknifing</i>	LVER	RGUA	RPBS	% correto
LVER	28	1	2	90
RGUA	3	16	4	70
RPBS	0	3	10	77
Total	31	20	16	81

4.2 Caracteres Merísticos

4.2.1 Análises Univariadas

Escamas da Linha Lateral (LI)

O número de escamas da linha lateral variou de 35 a 42 (Tabelas 54), tendendo a 40 escamas. A comparação das médias dos números de escamas da linha lateral não apresentou um padrão evidente de diferenciação entre as localidades (Figura 54) (Tabela 55). Porém foi possível observar que os espécimes do rio Guandu apresentaram maior variação no número de escamas

Tabela 53 : Variação do número de escamas da linha lateral de acordo com as localidades.

LI	Varição	Moda	Variância	Desvio padrão
LVER	37 – 42	39 – 40	1,39	1,17
RGUA	35 – 41	39 – 40	2,08	1,44
RPBS	36 – 40	40	1,91	1,38

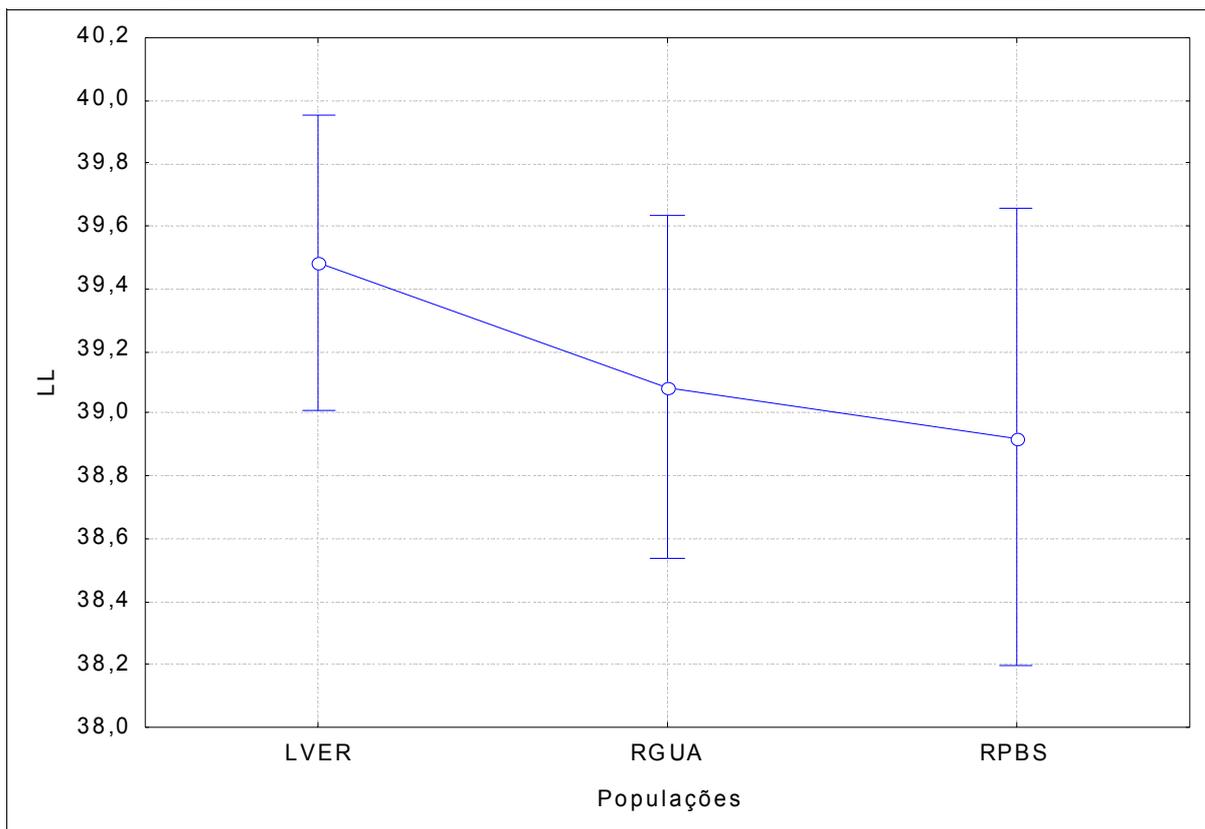


Figura 54: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de escamas da linha lateral das três localidades.

Tabela 54: Teste de Tukey para comparação do número de escamas da linha lateral entre as localidades.

LI	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,899512	0,405104
RGUA	0,899512		0,931429
RPBS	0,405104	0,931429	

Raios da Nadadeira Dorsal (Rd)

O número de raios da nadadeira dorsal variou de 11 a 15, sendo mais comum 14 raios (Tabela 56). A comparação da médias dos números de raios da nadadeira dorsal não apresentou um padrão de diferenciação entre as localidades (Figura 55) nem diferenças significativa nas médias (Tabela 57), porem mostrou que os espécimes do rio Guandu apresenta maior variação deste caractere, e os espécimes da Lagoa Vermelha com a menor variação.

Tabela 55 : Variação do número de raios da nadadeira dorsal de acordo com as localidades.

Rd	Varição	Moda	Variância	Desvio padrão
LVER	13 – 14	14	0,13	0,37
RGUA	11 – 15	14	0,75	0,86
RPBS	12 – 15	14	0,52	0,72

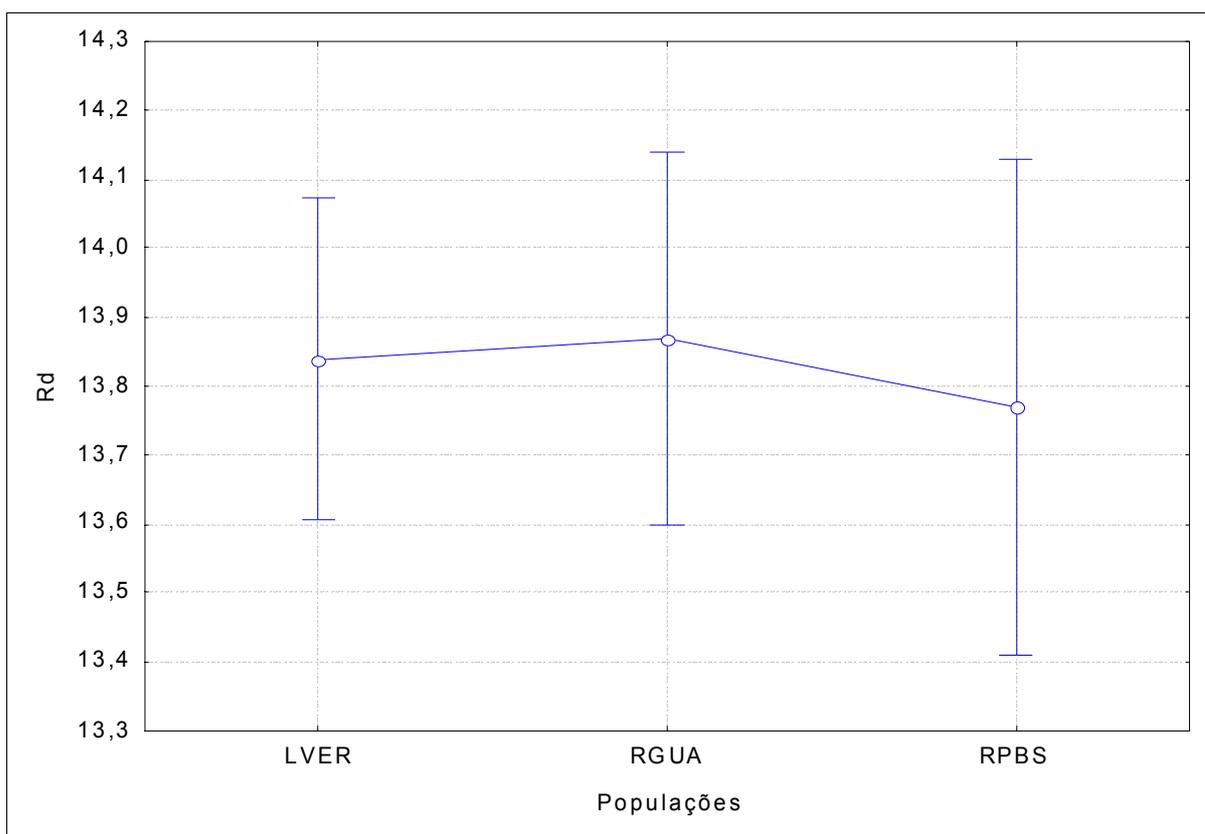


Figura 55: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira dorsal.

Tabela 56: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira dorsal entre as localidades.

Rd	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,983861	0,944237
RGUA	0,983861		0,897159
RPBS	0,944237	0,897159	

Raios da Nadadeira Peitoral (Rpi)

O Número de raios da nadadeira peitoral variou de 7 a 15 sendo o número de raios mais freqüente 13 (Tabela 58). A análise comparativa do número de raios não mostrou padrão evidente entre as localidades (Figura 56), nem diferenças significativas entre as médias (Tabela 59). Porém foi mostrado que os espécimes do rio Paraíba do Sul possui menor variação neste caráter, o Lagoa Vermelha teve a maior variação.

Tabela 57 : Variação do número de raios da nadadeira peitoral de acordo com as localidades.

Rpi	Variação	Moda	Variância	Desvio
LVER	7 – 15	13	2,59	1,61
RGUA	11 – 15	13	1,08	1,04
RPBS	12 – 15	13	0,85	0,92

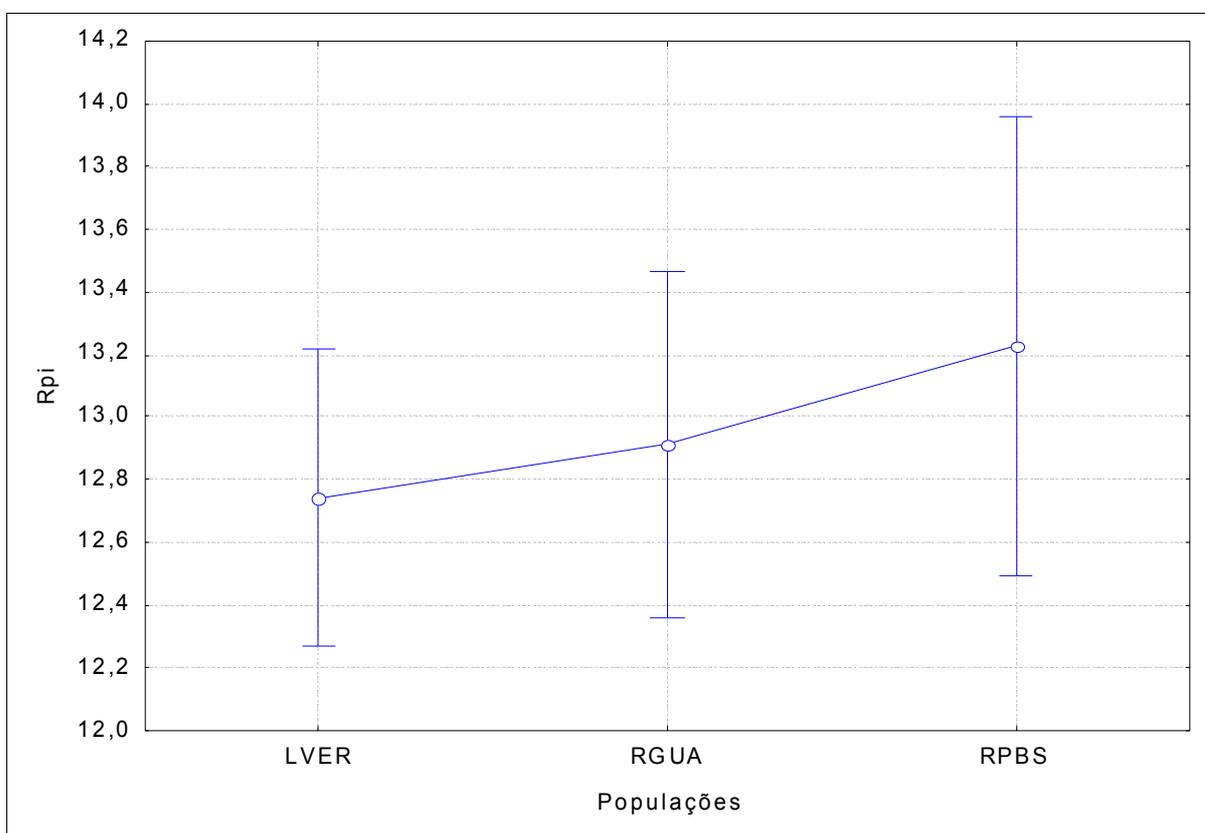


Figura 56: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira peitoral.

Tabela 58: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira peitoral entre as localidades.

Rpi	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,885729	0,506696
RGUA	0,885729		0,769106
RPBS	0,506696	0,769106	

Raios da Nadadeira Pélvica (Rpl)

O número de raios da nadadeira pélvica foi praticamente constante, e igual a 8 raios nas três localidades, tendo apenas dois espécimes excetuando esse número, ambos do rio Guandu (tabela 60).

Tabela 59 : Variação do número de raios da nadadeira pélvica de acordo com as localidades.

Rpl	Variação	Moda	Variância	Desvio
LVER	0	8	0	0
RGUA	7 – 9	8	0,09	0,3
RPBS	0	8	0	0

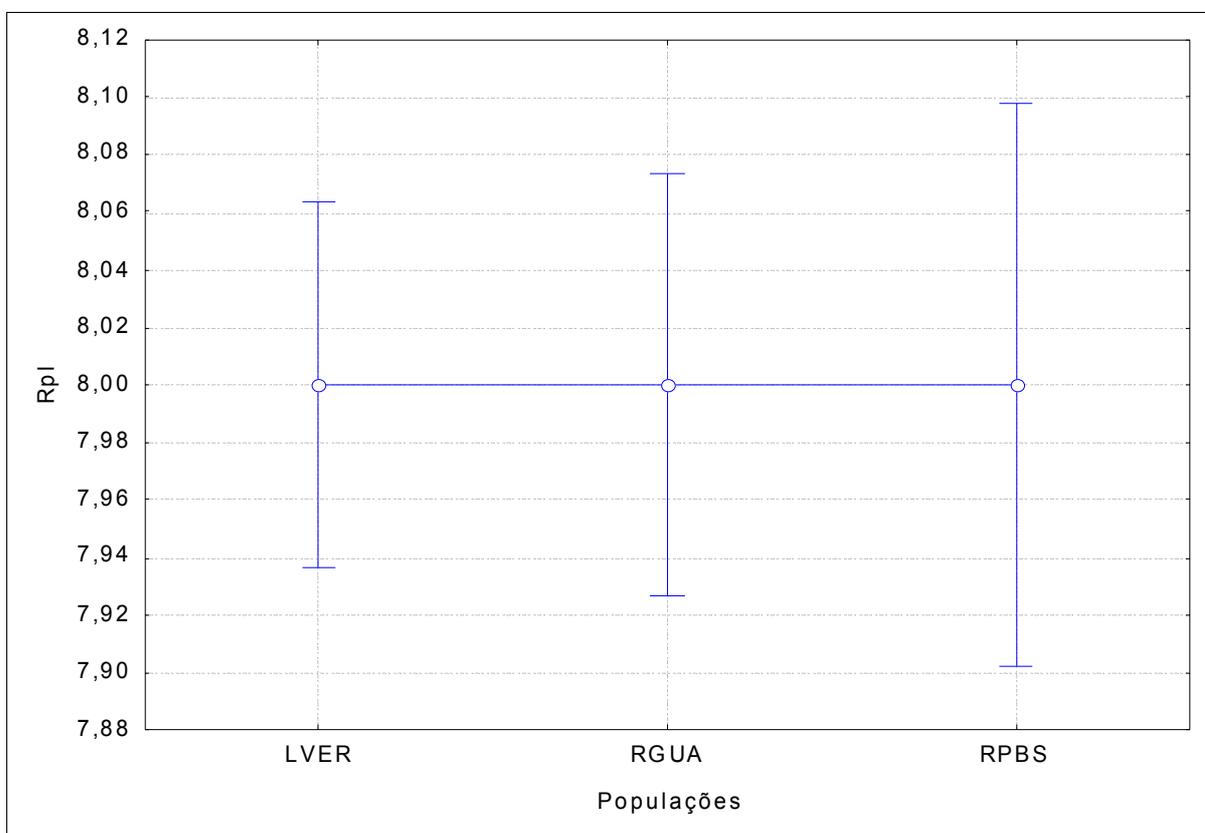


Figura 57: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira pélvica.

Tabela 60: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira pélvica entre as localidades.

Rpl	LVER	RGUA	RPBS
LVER		1,000000	1,000000
RGUA	1,000000		1,000000
RPBS	1,000000	1,000000	

Raios da Nadadeira Anal (Ra)

O número de raios da nadadeira anal variou de 9 a 11 (Tabela 62) nas três localidades, o número mais freqüente de raios foi 10 para os espécimes do Rio Paraíba do Sul e Lagoa Vermelha, e 11 para o Rio Guandu. A análise comparativa não mostrou um padrão evidente (Figura 58), nem diferenças significativas (Tabela 63).

Tabela 61 : Variação do número de raios da nadadeira anal de acordo com as localidades.

Ra	Variação	Moda	Variância	Desvio padrão
LVER	9 – 11	10	0,49	0,70
RGUA	9 – 11	11	0,52	0,72
RPBS	9 – 11	10	0,41	0,54

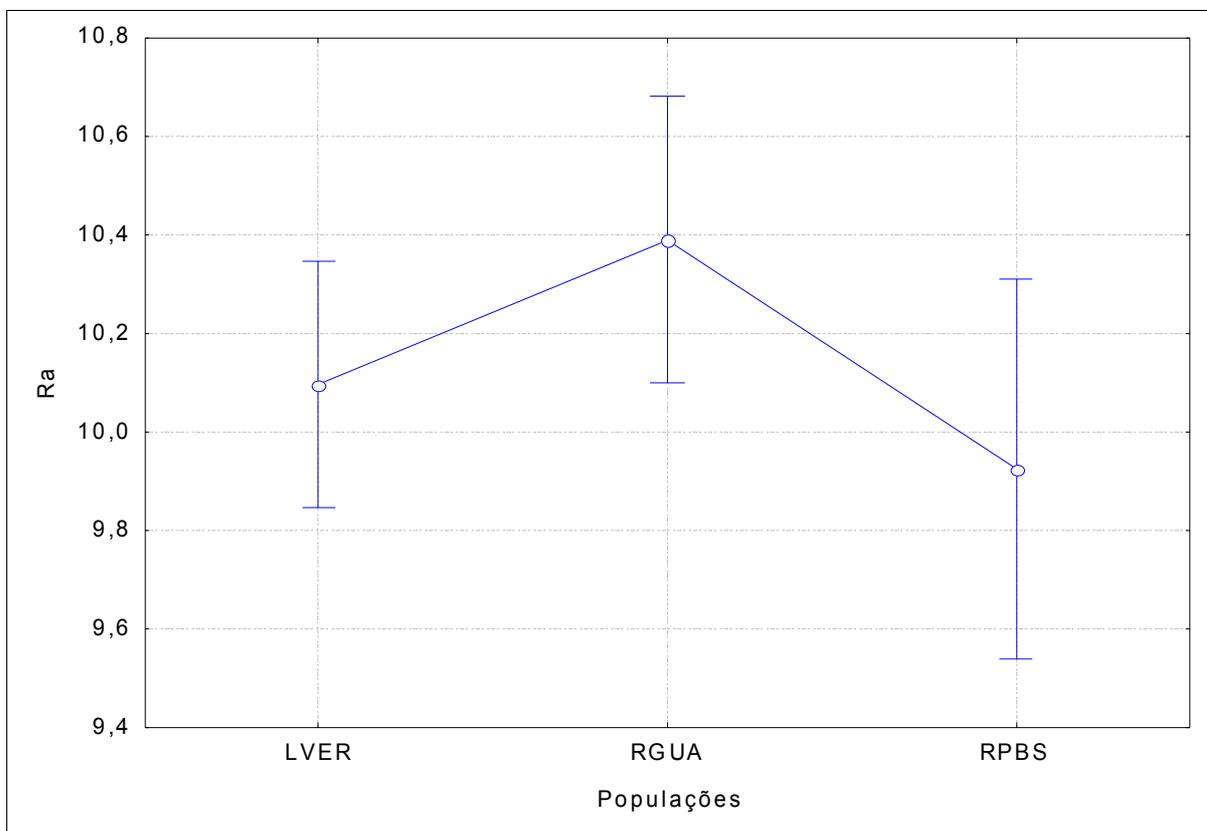


Figura 58: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira anal.

Tabela 62: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira anal entre as localidades.

Ra	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,281645	0,732407
RGUA	0,281645		0,137184
RPBS	0,732407	0,137184	

Raios da Nadadeira Caudal (Rc)

O número de raios da nadadeira caudal variou de 16 a 19, exceto nos espécimes do Rio Paraíba do Sul, que todos apresentaram 17 raios (Tabela 64), o mesmo número de raios mais freqüentes nas demais localidades. A análise comparativa não mostrou diferenças evidentes entre as localidades (Figura 59), nem diferenças significativas entre as médias (Tabela 65).

Tabela 63 : Variação do número de raios da nadadeira caudal de acordo com as localidades.

Rc	Variação	Moda	Variância	Desvio padrão
LVER	16 – 19	17	0,35	0,59
RGUA	16 – 19	17	0,40	0,63
RPBS	0	17	0	0

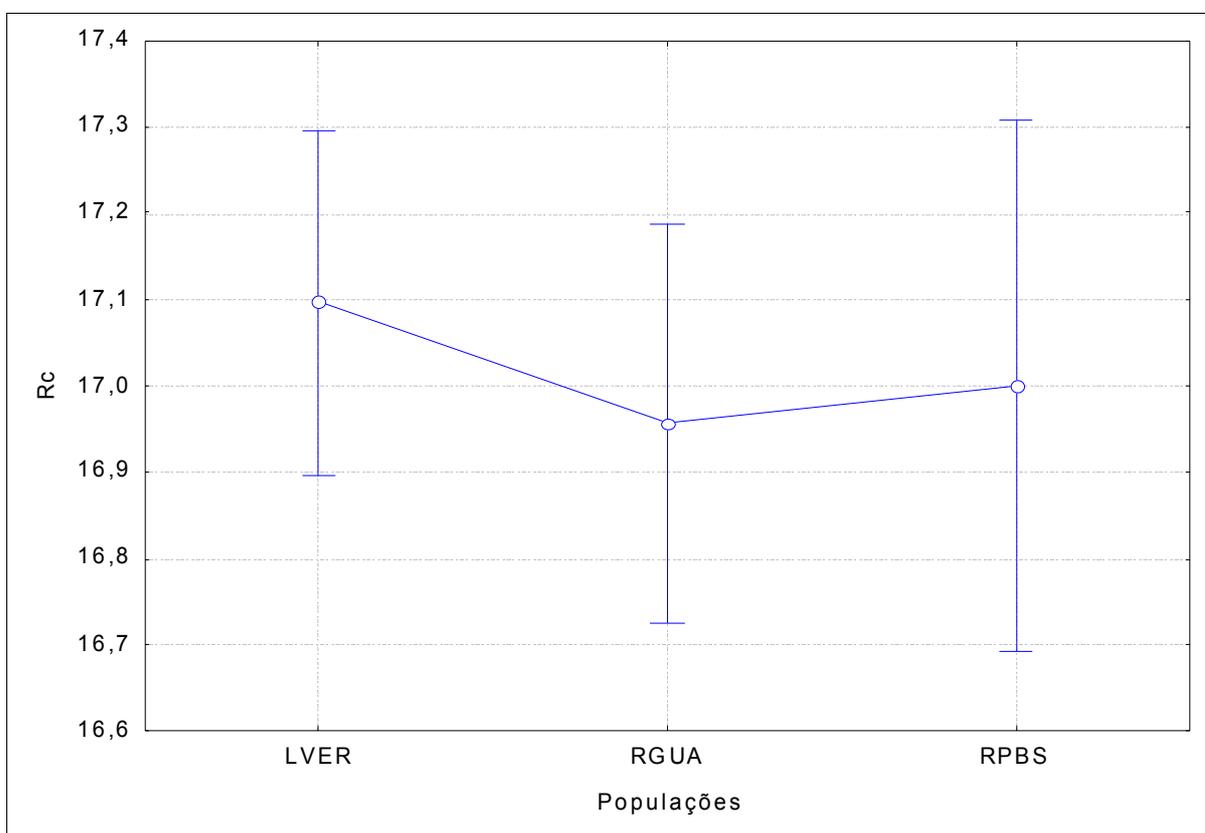


Figura 59: Médias e intervalos de confiança (barras verticais significam 95% do intervalo de confiança) do número de raios da nadadeira caudal.

Tabela 64: Teste de Tukey para comparação do número de raios da nadadeira caudal entre as localidades.

Rc	LVER	RGUA	RPBS
LVER		0,630210	0,857819
RGUA	0,630210		0,972311
RPBS	0,857819	0,972311	

4.2.2 Análises Multivariadas

Nenhuma padrão ou separação entre as três populações foi evidenciado pela PCA sobre os caracteres merísticos (Figura 60), com os espécimes das três localidades sobrepostas no gráfico de dispersão. Os primeiro e segundo componentes corresponderam respectivamente a 23,57% e 20,32% da variância explicada (Figura 62). Os coeficientes do primeiro componente foram positivamente associados o número de raios das nadadeiras caudal e anal, que apresentaram as maiores contribuições (Tabela 65). O segundo componente foi diretamente associado com número de escamas da linha lateral raios da nadadeira caudal, e inversamente associados com número de raios das nadadeiras peitoral e pélvica (Figura 61).

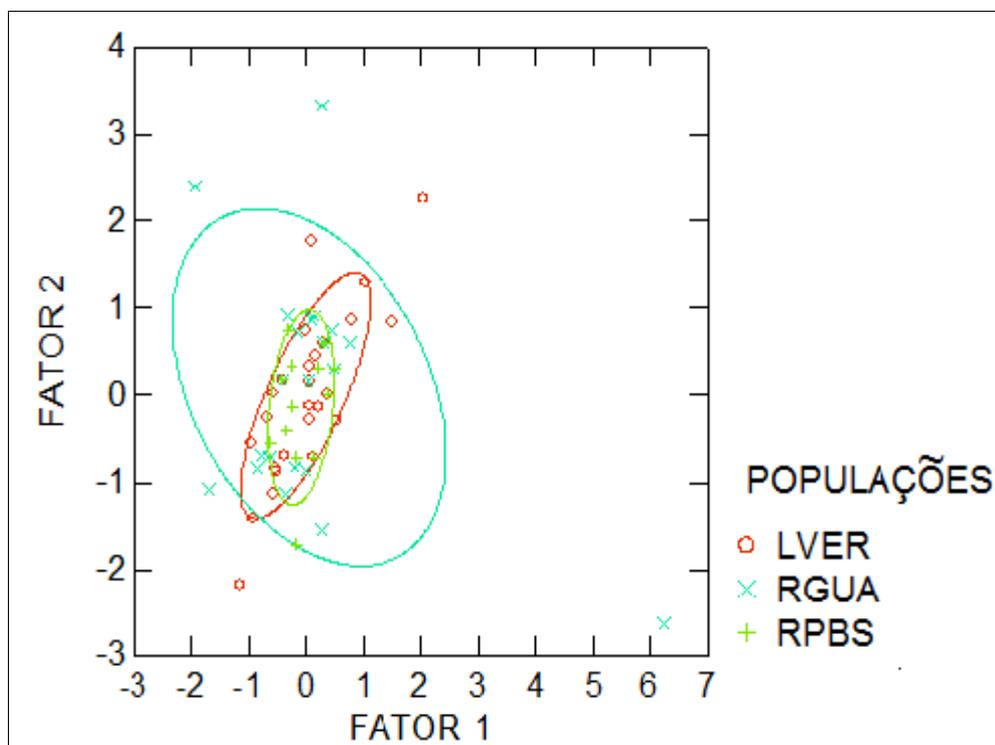


Figura 60: Diagrama de ordenação da análise dos componentes principais das localidades em relação aos caracteres merísticos.

Tabela 65: Valor dos fatores da análise dos componentes principais para os caracteres merísticos.

PCA	Fator 1	Fator 2
Escamas da linha lateral (LI)	-0,049	0,786
Raios da nadadeira dorsal (Rd)	0,468	0,175
Raios da nadadeira peitoral (Rpi)	0,405	-0,528
Raios da nadadeira pélvica (Rpl)	0,016	-0,474
Raios da nadadeira anal (Ra)	0,707	-0,014
Raios da nadadeira caudal (Rc)	0,727	0,259

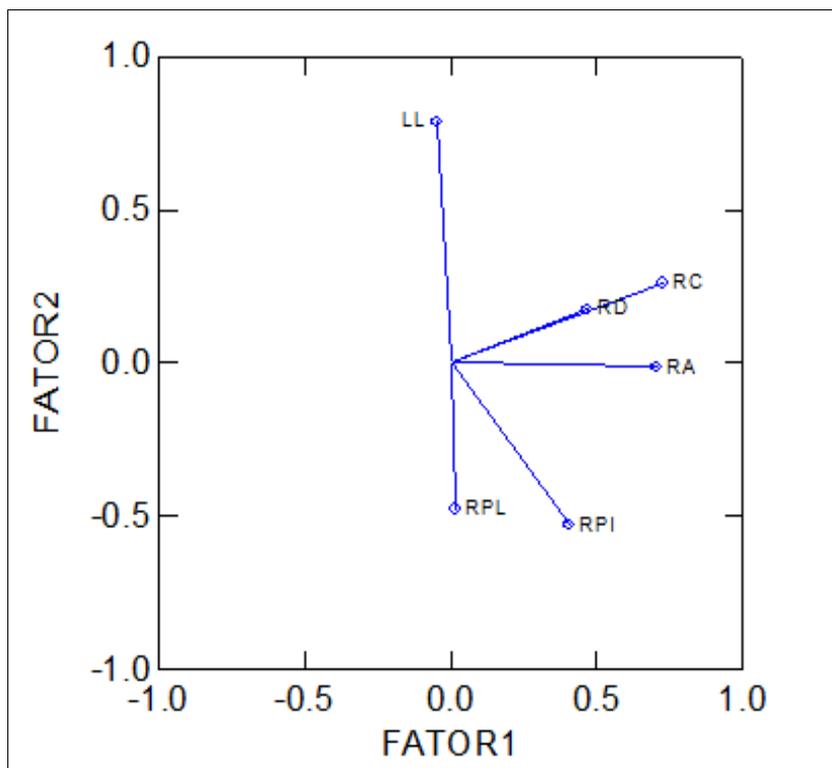


Figura 61: Projeção das variáveis merísticas utilizadas na análise dos componentes principais.

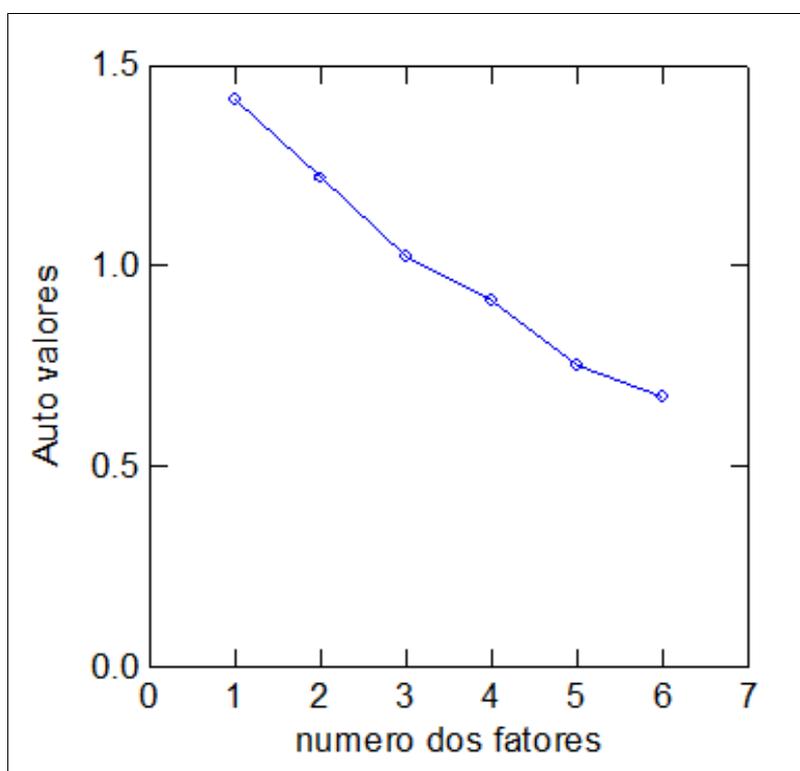


Figura 62: Variação dos autovalores dos 6 caracteres merísticos utilizados na análise dos componentes principais.

A Análise Discriminante dos dados merísticos, assim como a ACP, também não apresentou separação entre as três localidades (Figura 63), mantendo o mesmo padrão da análise anterior, com as três localidades juntas no gráfico. O método Jackknifing da análise discriminante não mostrou boa separação das populações analisadas (Tabelas 67 e 68), com percentual total de acerto chegando a 43%.

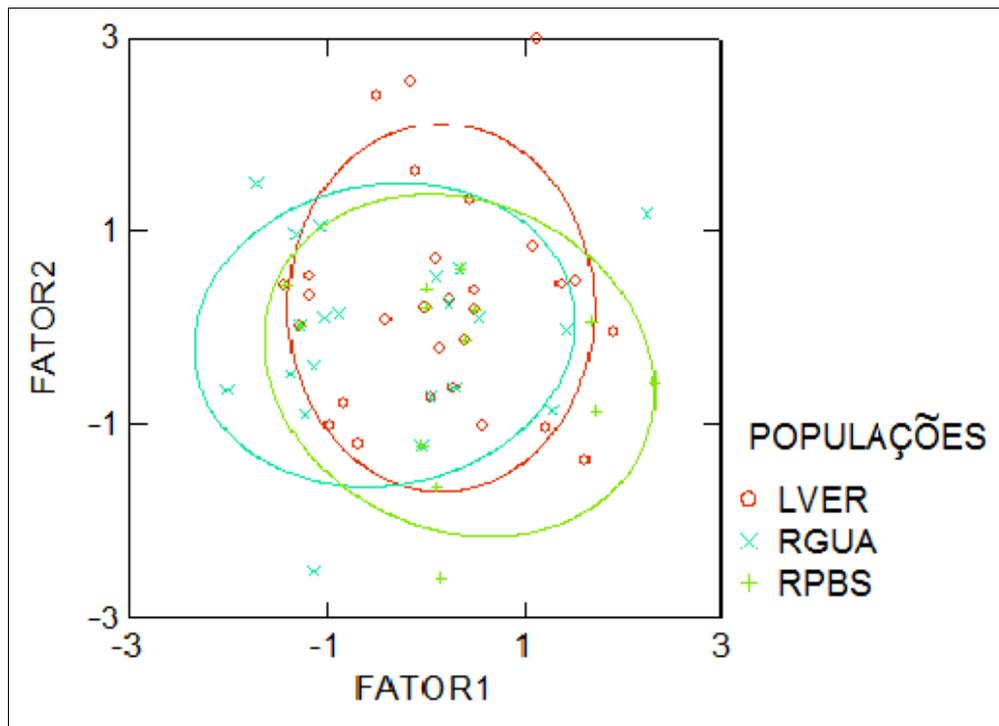


Tabela 63: Peso dos caracteres merísticos sobre os dois primeiros fatores da análise discriminante.

Tabela 66 : Peso dos caracteres merísticos para as três localidades.

Análise Discriminante	Fator 1	Fator 2
Escamas da linha lateral (Li)	0,130	0,671
Raios da nadadeira dorsal (Rd)	-0,160	0,070
Raios da nadadeira peitoral (Rpi)	0,196	-0,556
Raios da nadadeira pélvica (Rpl)	0,018	0,090
Raios da nadadeira anal (Ra)	-0,988	0,164
Raios da nadadeira caudal (Rc)	0,541	0,316

Tabela 67: Matriz de classificação da análise discriminante dos dados merísticos.

Class. Matriz	LVER	RGUA	RPBS	% correto
LVER	13	8	10	42
RGUA	5	13	5	57
RPBS	4	2	7	54
Total	22	23	22	49

Tabela 68: Número de indivíduos corretamente classificados por localidades com base nos caracteres merísticos por meio do método Jackknifing da análise discriminante.

Jackknifed	LVER	RGUA	RPBS	% correto
LVER	10	9	12	32
RGUA	7	10	6	43
RPBS	7	2	4	31
Total	24	21	22	36

5 DISCUSSÃO

Com base nas análises dos 23 caracteres morfométricos estudados foi possível caracterizar os espécimes de *Hoplias malabaricus* das três localidades amostradas como populações distintas, assim como descrever e caracterizar cada população com base nos caracteres que mais as diferenciaram. Os espécimes da Lagoa Vermelha possuem a cabeça comparativamente mais alta, boca mais larga, face maior, corpo mais baixo, nadadeiras dorsal e anal mais alta, peitoral e pélvica mais compridas e pedúnculo caudal maior. Já os espécimes do rio Guandu possuem a base das nadadeiras peitoral e pélvica mais larga. No rio Paraíba do Sul as traíras tem a nadadeira dorsal em posição mais posterior, no meio do corpo.

Além destes caracteres, que permitem uma diferenciação positiva das populações, foi possível observar outras características que mostram uma tendência de diferenciação. Os comprimentos da mandíbula e maxila diferenciaram os espécimes da Lagoa Vermelha e rio Guandu, com mesma tendência ocorrendo para o comprimento pré-nasal, mostrando uma tendência geral dos espécimes da Lagoa Vermelha de possuir as estruturas da cabeça maior que as demais populações, nestes caracteres as traíras do rio Paraíba do Sul apresentaram tamanho intermediário entre as outras duas. Os espécimes do rio Paraíba do Sul apresentaram tendência de possuir o aparato opercular menor que as outras populações, mesmo as médias não sendo significativamente diferentes. A largura do corpo foi menor nas traíras da Lagoa Vermelha, como a altura do corpo destes espécimes também foi menor, isso indica que o corpo desta população é mais delgado, porém a diferença na largura do corpo somente foi significativa quando comparado com os peixes do rio Guandu, pois o intervalo de confiança da população do rio Paraíba do Sul foi grande. O comprimento da nadadeira dorsal não mostrou diferenças significativas entre as três populações, porém mostrou que os espécimes do Guandu tenderam a ter a nadadeira mais comprida, o que equivaleria dizer que a base da nadadeira dorsal é maior, assim como mostrado pela base das nadadeiras peitoral e pélvica, mostrando uma tendência geral desta população apresentar as bases das nadadeiras maiores que as demais populações. A altura do pedúnculo caudal apresentou certo gradiente de altura, com os espécimes da Lagoa Vermelha tendo o pedúnculo mais baixo, e do rio Paraíba do Sul tendo o mais alto, com a diferença das médias destas duas populações diferentes, e a população do rio Guandu com altura intermediária.

Com base em caracteres merísticos não foi possível caracterizar as populações, no entanto algumas considerações podem ser feitas. Nos seis caracteres merísticos estudados, o

número modal foi praticamente o mesmo nas três populações. Os espécimes do rio Guandu, no geral, apresentou maior variação dos caracteres, enquanto na Lagoa Vermelha ela foi menor. Os espécimes do rio Paraíba do Sul não apresentou variação no número de raios da nadadeira caudal, 17 raios, igual ao número modal das outras duas populações. Das três populações, rio Guandu foi o único que apresentou variação no número de raios da nadadeira anal. Somente o número descamas da linha lateral e raios da nadadeira anal apresentou diferenças no número modal, no primeiro a moda foi dupla para as populações da Lagoa Vermelha e Guandu, já na segunda apenas rio Guandu apresentou diferenças.

A população da Lagoa Vermelha, das três estudadas, foi a que mais apresentou características que a separa das demais populações, o que indica maior tempo de isolamento, sendo a que apresentou maior separação na análise discriminante (Figura 53), apresentando os maiores índices de acerto na classificação (Tabelas 51 e 52), separada das outras populações pelo 1º eixo da análise. As populações dos rios Guandu e Paraíba do Sul apresentaram poucas diferenças, sendo basicamente separadas pelo 2º eixo, tanto da análise dos componentes principais como pela discriminante (Figuras 50 e 53), mas ambas tiveram alto índice de acerto na classificação (tabelas 51 e 52). Estes resultados indicam um maior relacionamento entre as populações dos rios Guandu e Paraíba do Sul.

A discriminação da população da Lagoa Vermelha pelo primeiro eixo da análise discriminante e pelo caracteres da cabeça e tamanho das nadadeira pode ser interpretado como evidencia de um longo período de isolamento geográfico, e consequente isolamento reprodutivo, das outras populações. Como nenhuma amostragem anterior da ictiofauna da Ilha da Marambaia já foi registrada, é possível afirmar, com base nas diferenças morfométricas encontradas nesta população, que ela é nativa da ilha.

Autores como Dergam (1990, 1997, 2002) e Bertollo (2000) vem publicando artigos relacionados a variações genéticas em populações de *H. malabaricus* em varias bacias do Brasil. Pereira (2005) encontrou dois clados de traíras no estado do Rio de Janeiro, baseados em fragmentos de ATPase, o primeiro engloba espécimes dos rios Itabapoana, Paraíba do Sul, Macaé e São João, o segundo grupo é composto por espécimes de drenagens costeiras, da bacia de drenagem da baía da Guanabara até o estado do Paraná, incluindo espécimes do rio Canoas, na porção superior do Uruguai, com os exemplares do rio de janeiro oriundo de cachoeira de Macacu, atribuindo o conjunto de Serras costeiras como barreira geográfica eficiente para estas populações. Segundo Shibatta & Hoffmann (2005) as diferenças morfométricas, aliadas ao isolamento geográfico, já são indicações de que as espécies estão sujeitas a diferentes pressões seletivas, e análises morfométricas de populações podem ser

úteis no estudo da diversidade biológica de determinadas regiões, sendo um dos elementos da biodiversidade que refletem tanto a diversidade de organismos, como a genética e a ecologia.

Os dados morfológicos apresentados mostram um estreito relacionamento entre as populações dos rios Paraíba do Sul e Guandu, que pelo trabalho de Pereira (2005) seria esperado que um relacionamento mais estreito entre as populações da Lagoa Vermelha e rio Guandu, por estarem localizadas na área de distribuição do mesmo clado. Uma explicação para esta divergência de resultados seria oriunda da transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o Guandu, que mesmo as populações possuindo características moleculares diferentes, estas diferença não impossibilitariam o fluxo gênico proveniente de espécimes originários do rio Paraíba do Sul, com os espécimes nativos da bacia do rio Guandu.

Muitas das hipóteses proposta para explicar a ocorrência de espécies aparentadas entre bacias costeiras são baseadas nos efeitos das glaciações pleistocênicas. Mais recentemente, há aproximadamente cinco mil anos, o nível médio marinho chegou aos patamares atuais, tornando os rios, e conseqüentemente as populações fluviais, desconectados. Este mesmo processo é responsável pela formação das ilhas costeiras, onde populações de *H. malabaricus* também foram isoladas. Este seria outro fator para se espera maior proximidade entre os espécimes do rio Guandu e Lagoa Vermelha, como ambas localidades pertencem a bacia hidrográficas da baía de Sepetiba, era de se espera maior tempo de conexão entre estes paleoambientes, tendo em vista a maior proximidade geográfica entre eles, no período de transgressão marinha de 17500 anos A. P., estas localidades, assim como todas as drenagens costeiras do entorno da baía de Sepetiba, formassem um único complexo hidrográfico. Por outro lado, a ação antrópica de conexão dos rios Paraíba do Sul e Guandu pode estar mascarando o efeito de isolamento original destas populações, provocando os padrões morfológicos encontrados neste trabalho, e que mostra maior proximidade morfológica entre estas localidades.

6 CONCLUSÃO

- 1) Com base nos caracteres morfométricos foi possível distinguir três grupos de *Hoplias malabaricus*, um melhor definido para Lagoa Vermelha, e outros dois menos conspícuos para o rio Guandu e rio Paraíba do Sul, indicando a tendência de três populações morfologicamente distintas.
- 2) As maiores diferenças morfológicas são suficientes para indicar que *H. malabaricus* da Lagoa Vermelha são nativas, e não de uma introdução antrópica.
- 3) As semelhanças morfométricas das traíras dos rios Guandu e Paraíba do Sul indicam que vem ocorrendo hibridização entre estas populações.
- 4) A diagnose das três espécies é: *H. malabaricus* da Lagoa Vermelha possui a boca maior e mais larga, focinho e face maiores e cabeça mais alta, o corpo é mais estreito, as nadadeiras maiores e o pedúnculo caudal maior e mais baixo. *H. malabaricus* do rio Guandu possui a base das nadadeiras pares maiores, enquanto *H. malabaricus* do rio Paraíba do Sul possui a nadadeira dorsal iniciando em posição mais posterior em relação ao corpo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamowicz, S. J.; Purvis, A.; Wills, M. A. 2008. Increasing morphological complexity in multiple parallel lineages of the Crustacea. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (12): 4786-4791.
- Angulo, R. J.; Pessenda, L.C. R.; Souza, M. C. 2002. O Significado das datações ao ^{14}C na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras quaternárias do litoral paranaense. *Revista Brasileira de Geociências* 32 (1): 95-106.
- Bertollo, L. A. C.; Born, G. G.; Dergam, J. A.; Fenocchio, A. S.; Moreira-Filho, O. 2000. A biodiversity approach in the neotropical Erythrinidae fish, *Hoplias malabaricus*. Karyotypic survey, geographic distribution of cytotypes and cytotaxonomic considerations. *Chromosome Research* 8: 603-613.
- Bansemer, C.; Grutter, A. S.; Poulin, R. 2002. Geographic Variation in the Behaviour of the Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* (Labridae). *Ethology* 108: 353-366.
- Borges, M. E. E.; Nakatani, K.; Bielezki, A.; Felis, M. E. G. 2000. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum* 22 (2): 539-544.
- Born, G. G. & Bertollo, L. A. C. 2001. Comparative cytogenetics among allopatric populations of the fish, *Hoplias malabaricus*. Cytotypes with $2n=42$ chromosomes. *Genetica* 110: 1-9.
- Briggs, J. C. 2005. The biogeography of otophysan fishes (Ostariophysi: Otophysi): a new appraisal. *Journal of Biogeography* 32: 287-294.
- Chang, T. S.; Flemming, B. W.; Tilch, E.; Bartholomä, A.; Wöstmann, R. 2008. Late Holocene stratigraphic evolution of a back-barrier tidal basin in the East Frisian Wadden Sea, southern North Sea: transgressive deposition and its preservation potential. *Facies: International Journal of Paleontology, Sedimentology and Geology*. 52: 329-340.
- Corti, M.; Crosetti, D. 1996. Geographic variation in the grey mullet: a geometric morphometric analysis using partial warp scores. *Journal of Fish Biology* 48: 255-269.
- Crisci, J. V. 2001. The voice of historical biogeography. *Journal of Biogeography* 28: 157-168.
- D'Anatro, A.; Loureiro, M. 2005. Geographic variation in *Austrolebias luteoflamulatus* Vaz-Ferreira, Sierra & Scaglia (Cyprinodontiformes, Rivulidae). *Journal of Fish Biology* 67: 849-864.

- De Godoy, M. P. 1970. Estudos osteológicos da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Cypryniformes, Erythrinidae). *Revista Brasileira de Biologia* 30 (3): 447-460.
- Dergam, J. ^a & Bertollo, L. A. C. 1990. Karyotypic diversification in *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) of the São Francisco and Alto Paraná basins, Brazil. *Revista Brasileira de Genética (Brazilian Journal Genetics)* 13 (4): 755-766.
- Dergam, J. A.; Paiva, S. R.; Schaeffer, C. E.; Godinho, A. L.; Vieira, F. 2002. Phylogeography and RAPD-PCR variation in *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Teleostei) in southeastern Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 25 (4): 379-387.
- Dergam, J. A.; Paiva, S. R.; Schaeffer, C. E.; Godinho, A. L.; Vieira, F. 2002. Phylogeography and RAPD-PCR variation in *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Teleostei) in southeastern Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 25 (4): 379-387.
- Dergam, J. A.; Suzuki, H. I.; Shibatta, O. A.; Duboc, L. F.; Júlio Jr., H. F.; Giuliano-Caetano, L.; Black IV, W. C. 1997. Molecular biogeography of the Neotropical fish *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae:Characiformes) in the Iguaçu, Tibagi, and Paraná Rivers. *Genetics and Molecular Biology* 21: 379-387.
- Dergam, J.A.; Fernandes, A.; Conceição, G. D.; Almeida, F. B.; Lima, C. B. 2008. Divergências genéticas em *Hoplias malabaricus* em um região limite entre bacias Amazônicas e do alto Paraguai. IX Simpósio nacional do Cerrado/II Simpósio internacional de Savanas Tropicais. Pag 6.
- Evans, S. E.; Jones, M. E. H.; Krause, D. W. 2008. A giant frog with South American affinities from the Late Cretaceous of Madagascar. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (8): 2951–2956.
- França, F. G. R.; Mesquita, D. O.; Nogueira, C. C.; Araújo, A. F. B. 2008. Phylogeny and Ecology Determine Morphological Structure in a Snake Assemblage in the Central Brazilian Cerrado. *Copeia* 1:20-36.
- Guill, J. M.; Hood, C. S.; Heins, D. C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). *Ecology of Freshwater Fish* 12: 134–140.
- Hanken, J. 1992. Life history and morphological evolution. *Journal of Evolutionary Biology* 5: 549-557.
- Henriques, M.; Lourenço, R.; Almada, F.; Calado, G.; Gonçalves, D.; Guillemaud, T.; Cancela, M. L.; Almada, V. C. 2002. A revision of the status of *Lepadogaster lepadogaster* (Teleostei: Gobiesocidae): sympatric subspecies or a long misunderstood blend of species? *Biological Journal of the Linnean Society* 76: 327-338.
- Ingenito, L. F. S. & Buckup, P. A. 2007. The Serra da Mantiqueira, south-eastern Brazil, as a

- biogeographical barrier for fishes. *Journal of Biogeography* 34: 1173-1182.
- Klingenberg, C. P.; Barluenga, M.; Meyer, A. 2003. Body shape variation in cichlid fishes of the *Amphilophus citrinellus* species complex. *Biological Journal of the Linnean Society* 80: 397-408.
- Linde, M.; Palmer, M.; Gómez-Zurita, J. 2004. Differential correlates of diet and phylogeny on the shape of the premaxilla and anterior tooth in sparid fishes (Perciformes: Sparidae). *Journal of Evolutionary Biology* 17: 941-952.
- Mayr, E. 1977. *Populações, espécies e evolução*. Trad. Hans Reichardt. São Paulo, Ed.Nacional, Edusp, 485p.
- Menezes, L. F. T.; Peixoto, A. L.; Araujo, D. S. D. 2005. *História Natural da Marambaia*. 1. ed. Seropédica: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Neves, F. M. & Monteito, L. R. 2003. Body shape and size divergence among populations of *Poecilia vivipara* in coastal lagoons of south-eastern Brazil. *Journal of Fish Biology*. 63: 928-941.
- Oliveira, A. M.; Souza, C. R. G.; Suguero, K.; Oliveira, P. E. 2005. *Quaternario do Brasil*. Holos, São Paulo.
- Oyakawa, O. T. 1990 Revisão sistemática das espécies do gênero *Hoplias* (grupo *lacerdae*) da Amazônia brasileira e região do leste do Brasil (Teleostei: Erythrinidae). Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Oyakawa, O. T. 2003. Family Erythrinidae. Pp238-240. In Reis, R. E.; Kullander, S. O.; Ferraris Jr, C. J. *Check list of freshwater fishes of South America*. Edpurcrs. Porto Alegre.
- Pereira, T. L. 2005. Divergência genômica e filogeografica de traíras *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei: Erythrinidae) na costa leste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação e Melhoramento.
- Ribeiro, A. C. 2006. Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. *Neotropical Ichthyology* 4 (2): 225-246.
- Rocha, L. A. 2003. Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes. *Journal of Biogeography* 30:1161-1171.
- Sant'Ana, E. B. 2006. Condição e dieta de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) em rios de água brancas e pretas na bacia do rio Itanhaém, Itanhaém/SP. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista campus Rio Claro, Instituto de Biociências,

- SEMADS 2001. Bacias hidrográficas e rio fluminenses. Síntese informativa por macrorregião ambiental. Planagua 3.
- Schaefer, K. M. 1991. Geographic Variation in Morphometric Characters and Gill-Raker Counts of Yellowfin Tuna *Thunnus albacares* from the Pacific Ocean. Fishery Bulletin. 82 (2): 289-297.
- Schaefer, K. M. 1991. Geographic Variation in Morphometric Characters and Gill-Raker Counts of Yellowfin Tuna *Thunnus albacares* from the Pacific Ocean. Fishery Bulletin 82 (2):289-297.
- Schaefer, K. M.; Fuller, D.W.; Block, B. A. 2007. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the northeastern Pacific Ocean, ascertained through archival tag data. Marine Biology 152: 503-525.
- Shibatta, O. & Hoffmann, A. C. 2005. Variação geográfica em *Corydoras paleatus* (Jenyns) (Siluriformes, Callichthyidae) do sul do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22 (22): 366-371.
- Silva, M. 2006. Variações morfo-merísticas da manjuba *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) ao longo da costa brasileira. Tese de Doutorado. Universidade Federal rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia.
- Smith, S. A. & Bermingham, E. 2005. The biogeography of lower Mesoamerican freshwater fishes. Journal of Biogeography 32: 1835-1854.