LUIZ MIGUEL CASARINI

**Dinâmica populacional de raias
demersais dos gêneros
Atlantoraja e *Rioraja*
(Elasmobranchii, Rajidae) da
costa sudeste e sul do Brasil.**

**Tese apresentada ao Instituto
Oceanográfico da Universidade
de São Paulo, como parte dos
requisitos para a obtenção do
título de Doutor em Ciências,
área de Oceanografia Biológica.**

**Orientador:
Prof. Dr. Miguel Petrere Júnior.**

**São Paulo
2006**

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Dinâmica populacional de raias demersais dos gêneros *Atlantoraja* e *Rioraja* (Elasmobranchii, Rajidae) da costa sudeste e sul do Brasil.

Luiz Miguel Casarini

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de Oceanografia Biológica.

Julgada em 09/05/2006

Prof. Dr. Miguel Petrere Junior (Orientador)
UNESP – I.B/Rio Claro - Depto. Ecologia

____Aprovado____
Conceito

Profª. Dra. Carmem L. D. B. Rossi Wongtschowski
Instituto Oceanográfico - USP

____Aprovado____
Conceito

Profª. Dra. Maria Cristina Cergole
IBAMA/SP

____Aprovado____
Conceito

Prof. Dr. Antonio Olinto Ávila da Silva
Instituto de Pesca/SAA- SP

____Aprovado____
Conceito

Prof. Dr. Naércio Aquino de Menezes
Museu de Zoologia -USP

____Aprovado____
Conceito

**Aos meus pais
Miguel Casarini
Isabel Labate Casarini**

“ΔΕΝ ΕΛΠΙΖΟ ΤΙΠΟΤΑ,
ΔΕ ΦΟΒΑΜΑΙ ΤΙΠΟΤΑ, [ΤΩΡΑ]
ΕΙΜΑΙ ΛΕΥΤΕΡΟΣ”

(Ν. Καζαντζακίς)

“NÃO ESPERO NADA DO NADA, NÃO TEMO NADA, [AGORA] SOU LIVRE”
(N. Kazantzakis)

ÍNDICE

ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
AGRADECIMENTOS.....	xxv
RESUMO.....	xxvii
ABSTRACT	xxviii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS	7
3 ÁREA DE ESTUDO.....	8
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DAS PESCARIAS.....	11
4.2 RELAÇÕES BIOMÉTRICAS INTRAESPECÍFICA E A ESTIMATIVA DO PESO CORPORAL A PARTIR DAS CARCAÇAS.....	15
4.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS.....	17
4.4 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MARCAS DE CRESCIMENTO..	19
4.5 CORTE SAGITAL DAS VÉRTEBRAS.....	20
4.6 ESTUDO DA IDADE E CRESCIMENTO.....	21
4.7 ESTIMATIVAS DA TAXA DE MORTALIDADE (M).....	25
4.8 ESTIMATIVA DO TAMANHO ÓTIMO (LARGURA DO DISCO) DE CAPTURA (LD_{OP}).....	26
4.9 ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE TOTAL (Z) E SOBREVIVÊNCIA (S).....	26
4.10 ESTIMATIVA DA TAXA DE MORTALIDADE POR PESCA (F) E O RENDIMENTO-POR-RECRUTA (Y'/R).....	27
5 RESULTADOS.....	28
5.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DAS PESCARIAS	28
5.2 RELAÇÕES BIOMÉTRICAS INTRAESPECÍFICA E A ESTIMATIVA DO PESO CORPORAL A PARTIR DAS CARCAÇAS.....	32
5.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS.....	35
5.4 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MARCAS DE CRESCIMENTO..	40
5.5 CORTE SAGITAL DAS VÉRTEBRAS.....	41
5.6 ESTUDO DA IDADE E CRESCIMENTO.....	41
5.7 ESTIMATIVAS DA TAXA DE MORTALIDADE (M).....	50
5.8 ESTIMATIVA DO TAMANHO ÓTIMO (LARGURA DO DISCO) DE CAPTURA (LD_{OP}).....	50

5.9	ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE TOTAL (Z) E SOBREVIVÊNCIA (S).....	50
5.10	ESTIMATIVA DA TAXA DE MORTALIDADE POR PESCA (F) E O RENDIMENTO-POR-RECRUTA (Y'/R).....	51
6	DISCUSSÃO.....	52
6.1	AMOSTRAGEM E ANÁLISE DAS PESCARIAS.....	52
6.2	RELAÇÕES BIOMÉTRICAS INTRAESPECÍFICA E A ESTIMATIVA DO PESO CORPORAL A PARTIR DAS CARCAÇAS.....	57
6.3	ASPECTOS REPRODUTIVOS.....	58
6.4	TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MARCAS DE CRESCIMENTO.....	62
6.5	CORTE SAGITAL DAS VÉRTEBRAS.....	63
6.6	ESTUDO DA IDADE E CRESCIMENTO.....	64
6.7	A ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE NATURAL (M), DA MORTALIDADE POR PESCA (F), DA MORTALIDADE TOTAL (Z), DE SOBREVIVÊNCIA ($S = e - Z$), DE EXPLOTAÇÃO ($E = F/Z$), DA LARGURA DO DISCO ÓTIMA DE CAPTURA (LDOP), E DO RENDIMENTO-POR-RECRUTA (Y'/R).....	67
7	CONCLUSÕES.....	71
8	BIBLIOGRAFIA.....	73
9	TABELAS.....	89
10	FIGURAS.....	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Modelo da ficha utilizada nas entrevistas nos locais de desembarque.....	89
Tabela 2: Resultados da ANCOVA de três fatores aplicada no modelo $\ln(W\text{ capt}) = \text{constante} + \text{prof} + \text{ano} + \text{lat} + \text{lnf} + \varepsilon$, para dados do desembarque de <i>A. cyclophora</i> , onde <i>prof</i> é a profundidade (m), <i>ano</i> (2001, 2002, 2003), <i>lat</i> é a latitude (graus) e <i>lnf</i> é o logaritmo do esforço expresso em horas de arrasto e ε é o erro experimental.....	89
Tabela 3: Registro dos lances realizados no cruzeiro científico em embarcação de arrasto duplo de portas.....	90
Tabela 4: Porcentagem de sobreviventes de <i>R. agassizi</i> por lance.....	90
Tabela 5: <i>R. agassizi</i> - Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo}$ e $r^2 = 0,982$	91
Tabela 6: Análise de covariância do modelo $\text{Peso total } (Wt) = \text{constante} + \text{Peso carcaça tipo III } (WcIII) + \text{sexo} + \text{sexo} * (WcIII)$; $n = 38$ e $r^2 = 0,983$. <i>R. agassizi</i>	91
Tabela 7: Resultados da regressão entre o Peso total - <i>Wt</i> (g) e o Peso da carcaça <i>Wc</i> (g) para os três tipos de pesos de carcaças de <i>R. agassizi</i>	91
Tabela 8: <i>A. cyclophora</i> - Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$ e $r^2 = 0,928$	91
Tabela 9: Resultados da regressão entre o Peso total - <i>Wt</i> (g) e o Peso da carcaça <i>Wc</i> - (g) para os três tipos de pesos de carcaças de <i>A. cyclophora</i>	92
Tabela 10: <i>A. platana</i> - Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$ e $r^2 = 0,990$	92

Tabela 11: Análise de covariância do modelo $Peso\ total\ (Wt) = constante + Peso\ carcaça\ tipo\ II\ (WcII) + sexo + sexo * (WcII)$; $n = 40$ e $r^2 = 0,993$. <i>A. platana</i>	92
Tabela 12: Análise de covariância do modelo $Peso\ total\ (Wt) = constante + Peso\ carcaça\ tipo\ III\ (WcIII) + sexo + sexo * (WcIII)$; $n = 40$ e $r^2 = 0,992$. <i>A. platana</i>	92
Tabela 13: Resultados da regressão entre o Peso total -Wt (g) e o Peso da carcaça Wc-(g) para os três tipos de pesos de carcaças de <i>A. platana</i>	93
Tabela 14: <i>A.castelnaui</i> - Ancova para o modelo $lnWt = constante + lnLD+sexo+sexo*lnLD$ e $r^2 = 0,991$	93
Tabela 15: Resultados da regressão entre o Peso total -Wt (g) e o Peso da carcaça Wc- (g) para os três tipos de pesos de carcaças de <i>A. castelnaui</i>	93
Tabela 16: Análise de covariância do modelo $IHS = constante + LD + aspecto\ fígado$; $n = 358$ e $r^2 = 0,339$. <i>R. agassizi</i>	93
Tabela 17: Estimativa do L_{50} (mm) de <i>Rioraja agassizi</i> a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	94
Tabela 18: Análise de covariância do modelo $IHS = constante + LD + aspecto\ fígado$; $n = 49$ e $r^2 = 0,369$. <i>A. cyclophora</i>	94
Tabela 19: Estimativa do L_{50} (mm) de <i>A. cyclophora</i> a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	94
Tabela 20: Análise de covariância do modelo $IHS = constante + LD + aspecto\ fígado + aspecto\ fígado * LD$; $n = 19$ e $r^2 = 0,514$. <i>A. platana</i>	95

Tabela 21: Estimativa do L_{50} (mm) de <i>A. platana</i> a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	95
Tabela 22: Análise de covariância do modelo IHS = constante + LD+ aspecto fígado; $n = 20$ e $r^2 = 0,268$. <i>A. castelnaui</i>	95
Tabela 23: Estimativa do L_{50} (mm) de <i>A. castelnaui</i> a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	96
Tabela 24: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- R_t (mm) das vértebras em fêmeas de <i>R. agassizi</i>	97
Tabela 25: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- R_t (mm) das vértebras em machos de <i>R. agassizi</i>	97
Tabela 26: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos ($LD_{Min.}$), máximos ($LD_{Max.}$) e médios ($LD_{Méd.}$), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>R. agassizi</i>	97
Tabela 27: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos ($LD_{Min.}$), máximos ($LD_{Max.}$) e médios ($LD_{Méd.}$), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>R. agassizi</i>	98
Tabela 28: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de <i>R. agassizi</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	99
Tabela 29: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de <i>R. agassizi</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	99

Tabela 30: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>R. agassizi</i>	100
Tabela 31: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>R. agassizi</i>	100
Tabela 32: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de <i>R. agassizi</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	101
Tabela 33: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de <i>R. agassizi</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	102
Tabela 34: Estimativas dos Parâmetros de crescimento de <i>R. agassizi</i> a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k^*(t-t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	103
Tabela 35: Valores da largura do disco – LD _{máx} (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - T _{máx} (anos) para <i>R. agassizi</i>	103
Tabela 36: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em fêmeas de <i>A. cyclophora</i>	104
Tabela 37: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em machos de <i>A. cyclophora</i>	104

Tabela 38: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras para sexo agrupado de <i>A. cyclophora</i>	104
Tabela 39: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD _{Min.}), máximos (LD _{Max.}) e médios (LD _{Méd.}), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>A. cyclophora</i>	105
Tabela 40: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD _{Min.}), máximos (LD _{Max.}) e médios (LD _{Méd.}), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>A. cyclophora</i>	105
Tabela 41: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de <i>A. cyclophora</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	106
Tabela 42: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de <i>A. cyclophora</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	106
Tabela 43: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr BPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (BPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>A. cyclophora</i>	107
Tabela 44: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr BPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (BPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>A. cyclophora</i>	107
Tabela 45: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de <i>A. cyclophora</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	108
Tabela 46: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de <i>A. cyclophora</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	109

Tabela 47: Largura do disco retrocalculado (LD mm) para sexos agrupados de <i>A. cyclophora</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	110
Tabela 48: Estimativa dos parâmetros de crescimento de <i>A. cyclophora</i> a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k \cdot (t - t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	111
Tabela 49: Valores da largura do disco – LD _{máx} (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - T _{máx} (anos) para <i>A. cyclophora</i>	111
Tabela 50: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em fêmeas de <i>A. platana</i>	112
Tabela 51: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em machos de <i>A. platana</i>	112
Tabela 52: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras, para sexos agrupados de <i>A. platana</i>	112
Tabela 53: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD _{Min.}), máximos (LD _{Max.}) e médios (LD _{Méd.}), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>A. platana</i>	113
Tabela 54: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD _{Min.}), máximos (LD _{Max.}) e médios (LD _{Méd.}), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>A. platana</i>	113

Tabela 55: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de <i>A. platana</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	114
Tabela 56: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de <i>A. platana</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	114
Tabela 57: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>A. platana</i>	115
Tabela 58: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>A. platana</i>	115
Tabela 59: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de <i>A. platana</i> , n = número de exemplares em cada classe etária $LD_{Médio}$ = largura do disco médio na captura.....	116
Tabela 60: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de <i>A. platana</i> , n = número de exemplares em cada classe etária $LD_{Médio}$ = largura do disco médio na captura.....	117
Tabela 61: Largura do disco retrocalculado (LD mm) para sexos agrupados de <i>A. platana</i> , n = número de exemplares em cada classe etária $LD_{Médio}$ = largura do disco médio na captura.....	118

Tabela 62: Estimativa dos parâmetros de crescimento de <i>A. platana</i> a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k \cdot (t - t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	119
Tabela 63: Valores da largura do disco – $LD_{\text{máx}}$ (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - $T_{\text{máx}}$ (anos) para <i>A. platana</i>	119
Tabela 64: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- R_t (mm) das vértebras em fêmeas de <i>A. castelnaui</i>	120
Tabela 65: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco-LD (mm) sobre o raio total- R_t (mm) das vértebras em machos de <i>A. castelnaui</i>	120
Tabela 66: Coeficientes a partir da regressão da largura do disco-LD (mm) sobre o raio total- R_t (mm) das vértebras, sexos agrupados <i>A. castelnaui</i>	120
Tabela 67: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos ($LD_{\text{Min.}}$), máximos ($LD_{\text{Max.}}$) e médios ($LD_{\text{Méd.}}$), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>A. castelnaui</i>	121
Tabela 68: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos ($LD_{\text{Min.}}$), máximos ($LD_{\text{Max.}}$) e médios ($LD_{\text{Méd.}}$), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>A. castelnaui</i>	121
Tabela 69: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de <i>A. castelnaui</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	122
Tabela 70: Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de <i>A. castelnaui</i> , onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.....	123

Tabela 71: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de <i>A. castelnaui</i>	124
Tabela 72: Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de <i>A. castelnaui</i>	125
Tabela 73: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de <i>A. castelnaui</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	126
Tabela 74: Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de <i>A. castelnaui</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	127
Tabela 75: Largura do disco retrocalculado (LD mm), para sexos agrupados de <i>A. castelnaui</i> , n = número de exemplares em cada classe etária LD _{Médio} = largura do disco médio na captura.....	128
Tabela 76: Estimativas dos parâmetros de crescimento de <i>A. castelnaui</i> a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k*(t-t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.....	129
Tabela 77: Valores da largura do disco – LD _{máx} (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - T _{máx} (anos) para <i>A. castelnaui</i>	129
Tabela 78: Taxas de mortalidade natural M (ano ⁻¹) para <i>R. agassizi</i>	130
Tabela 79: Taxas de mortalidade natural M (ano ⁻¹) para <i>A. cyclophora</i> ..	130
Tabela 80: Taxas de mortalidade natural M (ano ⁻¹) para <i>A. platana</i>	130

Tabela 81: Taxas de mortalidade natural M (ano^{-1}) para <i>A. castelnaui</i> ...	131
Tabela 82: Estimativa do Tamanho (Largura do disco) ótimo de captura (LD_{op}) em milímetros, por espécie e sexo.....	131
Tabela 83: Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para <i>R. agassizi</i> , com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência ($S\%$) por período e sexo.....	131
Tabela 84: Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para <i>A. cyclophora</i> , com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência ($S\%$) por período e sexo.....	132
Tabela 85: Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para <i>A. platana</i> , com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência ($S\%$) por período e sexo.....	132
Tabela 86: Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para <i>A. castelnaui</i> , com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência ($S\%$) por período e sexo.....	132
Tabela 87: Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{máx}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{máx}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{máx}$) com a LD_c (mm) utilizada, por período, para fêmeas e machos de <i>R. agassizi</i>	133
Tabela 88: Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{máx}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{máx}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{máx}$) com a LD_c (mm) utilizada, por período, para fêmeas e machos de <i>A. cyclophora</i>	133
Tabela 89: Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{máx}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{máx}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{máx}$), com a LD_c (mm) utilizada por período, para fêmeas e machos de <i>A. platana</i>	134
Tabela 90: Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{máx}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{máx}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{máx}$), com a LD_c (mm) utilizada, por período, para fêmeas e machos de <i>A. castelnaui</i>	134
Tabela 91: Comprimento total (CT) de primeira maturação sexual (L_{50}), por espécie e sexo, deste e de outros estudos.....	135
Tabela 92: Idade de maturação T_{mat} (anos), Longevidade T_{max} (anos), por espécie, localidade e sexo, deste e de outros estudos.....	136
Tabela 93: Parâmetros de crescimento L_{∞} (mm), onde CT = comprimento total e LD = largura do disco, K (ano^{-1}), t_0 (ano^{-1}) e idade máxima (anos), por espécie e sexo, deste e de outros estudos.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Áreas de pesca das embarcações amostradas no período 1995-97.....	138
Figura 2: Áreas de pesca das embarcações amostradas no período 2001-2003.....	138
Figura 3: Esquema da morfometria utilizada para <i>R. agassizi</i> , <i>A. cyclophora</i> , <i>A. platana</i> e <i>A. castelnaui</i>	139
Figura 4: Seqüência de imagens: a) secção de coluna vertebral, b) incisão na coluna, c) Remoção da vértebra.....	140
Figura 5: Vértebra limpa incluída em resina de poliéster	140
Figura 6: Detalhes estruturais da vértebra em corte sagital.....	140
Figura 7: Posições dos arrastos de parelhas e duplo de portas, obtidas através de mapas de bordo para o período de 2001 a 2003.....	141
Figura 8: Áreas amostradas no período de 2001 a 2003 e a captura (kg.dias de pesca ⁻¹) de <i>A. cyclophora</i>	142
Figura 9: Áreas amostradas no período de 2001 a 2003 e a captura (kg.dias de pesca ⁻¹) de <i>A. castelnaui</i>	143
Figura 10: Áreas amostradas no período de 2001 a 2003 e a captura (kg.dias de pesca ⁻¹) de <i>A. platana</i>	144
Figura 11: Tipos de carcaças processadas a bordo das embarcações amostradas. Peixe quase inteiro (A) tipo I, (B) convencional tipo II, e (C) nadadeiras peitorais separadas, tipo III.....	145
Figura 12: Distribuição de freqüência da largura do disco (mm) para <i>R. agassizi</i>	146

Figura 13: A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (Wcl), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de <i>R. agassizi</i>	146
Figura 14: Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g) em (A) para carcaça tipo I, sexos agrupados; (B) tipo II, sexos agrupados; (C) tipo III fêmeas e (D) tipo III machos de <i>R. agassizi</i>	147
Figura 15: Distribuição de freqüência da largura do disco (mm) para <i>A. cyclophora</i>	147
Figura 16: A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (Wcl), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de <i>A. cyclophora</i>	148
Figura 17: Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g), em (A) para carcaça tipo I, (B) tipo II e (C) tipo III; sexos agrupados de <i>A. cyclophora</i>	148
Figura 18: Distribuição de freqüência da largura do disco (mm) para <i>A. platana</i>	149
Figura 19: A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (Wcl), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de <i>A. platana</i>	149
Figura 20: Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g) em (A) para carcaça tipo I, sexos agrupados; (B) tipo II, fêmeas; (C) tipo II, machos; (D) tipo III fêmeas e (E) tipo III machos de <i>A. platana</i>	150
Figura 21: Distribuição de freqüência da largura do disco (mm) para <i>A. castelnaui</i>	150
Figura 22: A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (Wcl), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de <i>A. castelnaui</i>	151
Figura 23: Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g) em (A) para carcaça tipo I, (B) tipo II e (C) tipo III; sexos agrupados de <i>A. castelnaui</i>	151

Figura 24: Aspecto do fígado, considerando a largura do disco - LD (A) e o IHS (B) para fêmeas de <i>R. agassizi</i>	152
Figura 25: Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de <i>R. agassizi</i>	152
Figura 26: Comprimento do cláster, considerando o estado flexível e rígido para machos de <i>R. agassizi</i>	152
Figura 27: Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláster, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, em formação e formados (B), para machos de <i>R. agassizi</i>	153
Figura 28: Cláster rígido e espinho alar formado em machos de <i>R. agassizi</i>	153
Figura 29: Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em <i>R. agassizi</i>	154
Figura 30: Aspecto do fígado, considerando a largura do disco - LD (A) e o IHS (B) para fêmeas de <i>A. cyclophora</i>	154
Figura 31: Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de <i>A. cyclophora</i>	155
Figura 32: Comprimento do cláster, considerando o estado flexível e rígido para machos de <i>A. cyclophora</i>	155
Figura 33: Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláster, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, em desenvolvidos e em desenvolvimento (B), para machos de <i>A. cyclophora</i>	155

Figura 34: Cláasper rígido (rig) e espinho alar desenvolvido em machos de <i>A. cyclophora</i>	156
Figura 35: Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em <i>A. cyclophora</i>	156
Figura 36: Aspecto do fígado, considerando a largura do disco - LD (A) e o IHS (B) para fêmeas de <i>A. platana</i>	157
Figura 37: Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de <i>A. platana</i>	157
Figura 38: Comprimento do cláasper, considerando o estado flexível (flex) e rígido de <i>A. platana</i>	157
Figura 39: Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláasper, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, desenvolvido e em desenvolvimento (B), para machos de <i>A. platana</i>	158
Figura 40: Cláasper rígido (rig) e espinho alar desenvolvido em machos de <i>A. cyclophora</i>	158
Figura 41: Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em <i>A. platana</i>	159
Figura 42: Aspecto do fígado, considerando a largura do disco (A) e o IHS (B) para fêmeas de <i>A. castelnaui</i>	159
Figura 43: Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de <i>A. castelnaui</i>	160
Figura 44: Comprimento do cláasper, considerando o estado flexível (flex) e rígido de <i>A. castelnaui</i>	160

Figura 45: Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláster, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, desenvolvido e em desenvolvimento (B), para machos de <i>A. castelnaui</i>	160
Figura 46: Cláster rígido (rig) e espinho alar desenvolvido em machos de <i>A. castelnaui</i>	161
Figura 47: Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em <i>A. castelnaui</i>	161
Figura 48: Imagens das vértebras inteiras	162
Figura 49: Imagens dos cortes de 0,3 mm de espessura em vértebras	163
Figura 50: Distribuição de frequência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de <i>R. agassizi</i>	164
Figura 51: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de <i>R. agassizi</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	165
Figura 52: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de <i>R. agassizi</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	166
Figura 53: Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras (n = 169) de <i>R. agassizi</i> da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.....	167
Figura 54: Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de <i>R. agassizi</i> . O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.....	168
Figura 55: Valores médios da largura do disco (mm) para os observados -LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional -SPH e hipótese do corpo proporcional -BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de <i>R. agassizi</i>	169
Figura 56: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de <i>R. agassizi</i> . considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	170
Figura 57: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de <i>R. agassizi</i> . Considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	170
Figura 58: Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para A – fêmeas, B – machos de <i>R. agassizi</i>	171

Figura 59: Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de <i>A. agassizi</i>	172
Figura 60: Distribuição de frequência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de <i>A. cyclophora</i>	173
Figura 61: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de <i>A. cyclophora</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	174
Figura 62: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de <i>A. cyclophora</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	175
Figura 63: Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras (n = 169) de <i>A. cyclophora</i> da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.....	175
Figura 64: Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de <i>A. cyclophora</i> o tamanho da amostra (n) está indicada acima do ponto.....	176
Figura 65: Valores médios da largura do disco (mm) para os observados-LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional-SPH e hipótese do corpo proporcional-BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de <i>A. cyclophora</i>	177
Figura 66: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de <i>A. cyclophora</i> . considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	178
Figura 67: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de <i>A. cyclophora</i> . considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	178
Figura 68: Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para A – fêmeas, B – machos e C – sexos agrupados de <i>A. cyclophora</i>	179
Figura 69: Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de <i>A. cyclophora</i>	180
Figura 70: Distribuição de frequência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de <i>A. platana</i>	181

Figura 71: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de <i>A. platana</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	182
Figura 72: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de <i>A. platana</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	183
Figura 73: Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras (n = 169) de <i>A. platana</i> da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) esta indicada acima do ponto.....	184
Figura 74: Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de <i>A. platana</i> . O tamanho da amostra (n) esta indicada acima do ponto.....	185
Figura 75: Valores médios da largura do disco (mm) para os observados-LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional-SPH e hipótese do corpo proporcional-BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de <i>A. platana</i>	186
Figura 76: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de <i>A. platana</i> considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	187
Figura 77: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de <i>A. platana</i> considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	187
Figura 78: Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para fêmeas (A), machos (B) e sexos agrupados (C) de <i>A. platana</i>	188
Figura 79: Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de <i>A. platana</i>	189
Figura 80: Distribuição de freqüência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de <i>A. castelnaui</i> ...	190
Figura 81: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de <i>A. castelnaui</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	191
Figura 82: Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de <i>A. castelnaui</i> . A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.....	192

Figura 83: Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras (n = 169) de <i>A. castelnaui</i> da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.....	193
Figura 84: Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de <i>A. castelnaui</i> . O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.....	194
Figura 85: Valores médios da largura do disco (mm) para os observados-LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional-SPH e hipótese do corpo proporcional-BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de <i>A. castelnaui</i>	195
Figura 86: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de <i>A. castelnaui</i> . Considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	196
Figura 87: Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de <i>A. castelnaui</i> . Considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.....	196
Figura 88: Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para fêmeas (A), machos (B) e sexos agrupados (C) de <i>A. castelnaui</i>	197
Figura 89: Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de <i>A. castelnaui</i>	198
Figura 90: Curvas de crescimento para cada espécie estudada.....	198

Figura 91: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de <i>R. agassizi</i> agrupadas no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 280$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.....	199
Figura 92: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de <i>R. agassizi</i> agrupados no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 260$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.....	200
Figura 93: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de <i>A. cyclophora</i> por período, considerando $LD_c = 320$ mm em 2001, $LD_c = 340$ mm em 2002 e $LD_c = 330$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.....	201
Figura 94: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de <i>A. cyclophora</i> por período, considerando $LD_c = 256$ mm em 2001, $LD_c = 340$ mm em 2002 e $LD_c = 340$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.....	202
Figura 95: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de <i>A. platana</i> por período, considerando $LD_c = 360$ mm em 2001, $LD_c = 360$ mm em 2002 e $LD_c = 320$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.....	203
Figura 96: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de <i>A. platana</i> por período, considerando $LD_c = 440$ mm em 2001, $LD_c = 380$ mm em 2002 e $LD_c = 360$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.....	204
Figura 97: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de <i>A. castelnaui</i> agrupadas no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 360$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.....	205
Figura 98: Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de <i>A. castelnaui</i> agrupados no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 360$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.....	206

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Miguel Petrere Junior pela valiosa orientação, apoio, incentivo e principalmente pela confiança depositada para a conclusão desta tese.

Ao Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás pesquisador do Instituto de Pesca que sempre acompanhou com entusiasmo este trabalho com as raias e que muito contribuiu para sua realização.

À comissão julgadora, titulares e suplentes, pela disposição em estar participando deste processo com suas valiosas sugestões.

À Dra. Marizilda Magro (Tuca) pela amizade e por compartilhar momentos de pura adrenalina acadêmica.

Ao Dr. Antonio Olinto Ávila da Silva que abriu as portas do Instituto de Pesca para que este trabalho pudesse ser realizado, além de mostrar o caminho das pedras.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro no projeto temático.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto de Pesca. Em especial ao pesquisador científico MSc. Gastão César Cyrino Bastos pela valiosa contribuição.

À doutoranda do IBt Profa. Sandra Vieira Costa pela feliz convivência, incentivo e grande ajuda em todos os momentos.

À doutoranda da UNESP MSc. Maria Cristina Oddone, especialista em reprodução de Rajidae e ao Dr. Jorge Eduardo Kotas do IBAMA pela pronta atenção em colaborar com referências e preciosas sugestões.

A todos os docentes e funcionários do Instituto Oceanográfico da USP. Em especial para Silvana e Ana Paula da secretaria de pós-graduação.

As valiosas colaborações em campo e no laboratório das Biólogas Camila Ataliba, Cláudia Moreira Dardaque Mucinhato, Lizandra, Adriana e do Oceanógrafo Valter Hiraichi Jr.

À MSc. Patrícia Luciano Mancini pela grande amizade e ajuda, além das longas conversas sobre o mundo das pescarias.

Aos pescadores, mestres das embarcações e todo o pessoal das indústrias de beneficiamento de pescado. Aos armadores de pesca Victor Villa (Villa Pescados), Zuniga (Araripe), Wagner (Itafish), Tiago (Aliança), Lutz (Hoffmann Pescados) e Roberto Imai (Imai Pesca).

À Naturóloga Dorothea Hatziefstratiou pela paciência, dedicação e principalmente por ter que ficar escutando sobre tese.

Aos amigos Alessandro Augusto Rogick Athiê e Gianfranco Gallerani pela grande ajuda e momentos de descontração.

Aos meus familiares pelo incentivo e paciência que tiveram durante todo esse tempo.

Agradeço a todos aqueles que foram facilitadores direta ou indiretamente para a realização desta tese.

RESUMO

Analísaram-se as proporções de *Rioraja agassizi*, *Atlantoraja cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui* na categoria “raias-emplastros”, nos desembarques de 11 embarcações da pesca comercial, de arrasto duplo de portas e de parelhas, totalizando 358 lances realizados em 20 viagens. Elas atuaram entre as isóbatas de 10 e 430 m e entre os paralelos 23° S (Estado do Rio de Janeiro) e 31° S (Estado do Rio Grande do Sul), de 1995 a 1997 e de 2001 a 2003. Entre as espécies estudadas, *A. cyclophora* foi a mais freqüente nos lances realizados entre 60 e 265 m de profundidade, com ampla distribuição entre 23° 30' S e 27° 20' S. As análises das pescarias sugerem que a profundidade e a latitude, entre outras variáveis, foram importantes apenas na captura de *A. cyclophora*. As carcaças foram desembarcadas em três tipos de cortes, a partir dos quais o peso corporal foi estimado. Também foram avaliadas as estruturas populacionais das quatro espécies. Os estimadores dos parâmetros de crescimento, largura de disco (LD) de primeira maturação sexual e taxa de mortalidade natural (M) foram calculados para machos e fêmeas, respectivamente: *R. agassizi* LD_{∞} = 289 mm e 425 mm; K = 0,142 e 0,078 ano⁻¹; t_0 = -1,653 e -1,811 anos; LD_{50} = 270 e 330 mm, M = 0,061 e 0,052 ano⁻¹; *A. cyclophora* LD_{∞} = 478 e 518 mm; K = 0,077 e 0,073 ano⁻¹; t_0 = -4,518 e -4,485 anos; LD_{50} = 355 e 415 mm, M = 0,085 e 0,085 ano⁻¹; *A. platana* LD_{∞} = 733 e 823 mm; K = 0,057 e 0,052 ano⁻¹; t_0 = -1,267 e -1,225 anos; LD_{50} = 500 e 550 mm, M = 0,061 e 0,021 ano⁻¹; *A. castelnaui* LD_{∞} = 794 e 1004 mm; K = 0,066 e 0,046 ano⁻¹; t_0 = -1,978 e -2,235 anos; LD_{50} = 670 e 740 mm, M = 0,069 e 0,047 ano⁻¹. Em alguns anos, o modelo relativo de rendimento-por-recruta resultou em valores próximos ou superiores aos pontos de referência biológica para machos de *R. agassizi*, e fêmeas de *A. platana* e de *A. castelnaui*. As taxas de exploração e mortalidade por pesca de *A. cyclophora* foram crescentes entre 2001 e 2003.

Palavras-chave: raias, pesca, crescimento, mortalidade, rendimento.

ABSTRACT

The proportions of the skates *Rioraja agassizi*, *Atlantoraja cyclophora*, *A. platana* and *A. castelnaui* landed by commercial fishing boats were analyzed. Data were collected from 358 hauls of 20 trips made by 11 double-otter trawlers and pair-trawlers. Fisheries were carried out between 10 and 430 m deep and from 23° S (State of Rio de Janeiro) to 31° S (State of Rio Grande do Sul) between 1995-1997 and 2001-2003. *A. cyclophora* was the most frequent in all hauls between 60 and 265 m deep among the studied species, with a wide distribution between 23°30' S and 27°20' S. The analyses of the fisheries suggested that depth and latitude, along with other variables, have importance only for *A. cyclophora* catches. The skates carcasses were landed in three types of cuts from which the body weight was estimated. The population structures of the four species were also evaluated. The growth parameters estimates, the disc width (DW) at first sexual maturation and the instantaneous natural mortality rate (M) for males and females were, respectively: *R. agassizi*: DW_{∞} = 289 mm and 425 mm; K = 0,142 and 0,078 year⁻¹; t_0 = -1,653 and -1,811 years; DW_{50} = 270 and 330 mm, M = 0,061 and 0,052 year⁻¹; *A. cyclophora*: DW_{∞} = 478 and 518 mm; K = 0,077 and 0,073 year⁻¹; t_0 = -4,518 and -4,485 years; DW_{50} = 355 and 415 mm, M = 0,085 and 0,085 year⁻¹; *A. platana*: DW_{∞} = 733 and 823 mm; K = 0,057 and 0,052 year⁻¹; t_0 = -1,267 and -1,225 years; DW_{50} = 500 and 550 mm, M = 0,061 and 0,021 year⁻¹; *A. castelnaui*: DW_{∞} = 794 and 1004 mm; K = 0,066 and 0,046 year⁻¹; t_0 = -1,978 and -2,235 years; DW_{50} = 670 and 740 mm, M = 0,069 and 0,047 year⁻¹. In some years, the relative yield-per-recruit model resulted values similar or higher than the biological reference points estimated for males of *R. agassizi* and females of *A. platana* and *A. castelnaui*. The exploitation ratio and the instantaneous fishery mortality rate for *A. cyclophora* increased between 2001 and 2003.

Key words: skates, fisheries, growth, mortality, yield.

1. INTRODUÇÃO

A família Rajidae é conhecida por ocupar quase todos os mares do mundo. Suas espécies estão amplamente distribuídas desde as águas frias do Mar do Norte ou do Estreito de Magalhães até as regiões tropicais, habitando fundo de areia ou lama, porém, a maioria das espécies possui uma distribuição restrita. Composta por raias marinhas demersais bentônicas, tem como características básicas a margem do disco angular e a ausência de espinho de ferrão na base da cauda (Figueiredo, 1977). Dentre os Rajiformes a família Rajidae é considerada a mais importante, sendo composta por 230 espécies (McEachran & Dunn, 1998).

Freqüentemente são encontradas em ambientes costeiros, na plataforma continental e no talude, mas também em grandes profundidades abissais, conforme a espécie. Alimentam-se de grande variedade de organismos, incluindo pequenos peixes, caranguejos, camarões, poliquetos e moluscos bivalves (Ajayi, 1982; Pires-de-Gouveia & Lima-de-Queiroz, 1988; Berestovskiy, 1989; Antipova & Nikforova, 1990).

Na Europa são comuns as seguintes espécies: *Raja clavata*, *Leucoraja fullonica*, *L. naevus*, *Dipturus montagui*, *R. undulata*, *R. microcellata*, *R. brachyura*, *R. marginata*, *D. oxyrinchus* e *L. circularis* (Du Buit, 1968). No arquipélago japonês são conhecidas *D. kwangtungensis*, *D. macrocauda*, *D. gigas*, entre outras (Nakaya & Shirai, 1992). Na costa oeste africana encontram-se: *Raja wallacei*, *D. pullopunctata*, *Rajella. caudispinosa*, *R. confundens*, *R. leopardus* entre outras (Ebert et al.1991). Na América do Norte são encontradas espécies: *Leucoraja ocellata*, *Raja. eglanteria*, *R. texana* e a *R. binoculata*, comum ao longo da costa da Baixa Califórnia.

Segundo Menni (1990), na Província Magalânica da costa argentina, entre os batoídeos, a família Rajidae é uma das dominantes em número de espécies. Pequeno & Lamilla, (1993) citam 10 espécies do gênero *Raja* descritas para a costa uruguaia e argentina. Destas, pelo menos quatro, *R. agassizi*, *R. cyclophora*, *R. castelnaui* e *R. platana* são endêmicas do Atlântico Sudoeste, com amplitude de distribuição entre 22° S (limite setentrional no Brasil - Cabo Frio-RJ) e próximo de 48° S, limite meridional no Sul da

Argentina, portanto, comuns na plataforma continental do Sudeste e Sul do Brasil.

Alguns autores, (Roux, 1979; Pequeño & Lamilla, 1993) utilizaram o subgênero para classificar *Raja* (*Rioraja*) *agassizi*, *Raja* (*Atlantoraja*) *castelnaui*, *R.* (*Atlantoraja*) *cyclophora* e *R.* (*Atlantoraja*) *platana*. Mais recentemente, McEachran & Dunn, (1998) propõem a elevação dos subgêneros para gêneros, adotada neste estudo como critério de classificação:

Ordem Rajiformes

Família Rajidae

Subfamília Arhynchobatinae

Tribo Riorajini

Gênero *Atlantoraja* Menni, 1972

Atlantoraja platana (Günther, 1880)

Atlantoraja cyclophora (Regan, 1903)

Atlantoraja castelnaui (Ribeiro, 1907)

Gênero *Rioraja* Whitley, 1939

Rioraja agassizi (Müller & Henle, 1841).

Segundo Gomes, (2002) no Brasil a família Rajidae é representada por duas subfamílias, 5 tribos, 11 gêneros e 26 espécies, a saber: *Cruriraja rugosa* (Bigelow & Schroeder, 1958); *Dipturus flavirostris* (Philippi, 1892); *D. teevani* (Bigelow & Schroeder, 1951); *D. garricki* (Bigelow & Schroeder, 1958); *D. leptocauda* (Krefft & Stehmann, 1975); *D. menni*, *D. sp1*, *D. sp2*, *D. sp3* (Gomes & Pagaró, 2001); *Rajella sadowskii* Krefft & Sthemann, 1974; *Rajella purpuriventralis* (Bigelow & Schroeder, 1962); *Breviraja spinosa* (Bigelow & Schroeder, 1950); *Malacoraja* sp Stehmann, 1970; *Gurgesiella atlantica* (Bigelow & Schroeder, 1962); *G. dorsalifera* McEachran & Compagno, 1980; *Atlantoraja platana* (Günther, 1880); *A. cyclophora* (Regan, 1903); *A. castelnaui* (Ribeiro, 1907); *Rioraja agassizi* (Müller & Henle, 1841); *Bathyraja schroederi* (Krefft, 1968); *Psammobatis rutrum* Jordan, 1890; *P. bergi* Marini, 1932; *P. extenta* (Garman, 1913); *P. lentiginosa* McEachran, 1983; *Sympterygia bonapartii* Müller & Henle, 1841; *S. acuta* Garman, 1877.

Ainda que sejam mais comuns na plataforma continental, uma das espécies, *Rajella sadowskii*, somente tem sido registrada, escassamente, em águas além dos 200 m (Figueiredo, *op.cit.*). Tutui *et al.* (2000), citaram o

registro de *Dipturus trachyderma* nas águas além de 300 m. Gomes (2002) registrou novos morfotipos do gênero nos cruzeiros do Navio Oceanográfico “Thalassa” obtidos ao longo do Estado da Bahia, entre 500 e 800 m, nos anos de 1999 e 2000.

Essas espécies, até o presente foram objetos de poucos estudos morfológicos e taxonômicos, nos quais se utilizaram a anatomia externa e poucos caracteres internos (mixopterígios) para definir táxons subgenéricos (eg Menni, 1971, 1972 a, b e 1973; Sadowsky & Menni, 1974).

Os estudos sobre a família Rajidae no Brasil foram realizados, em sua maioria, com exemplares do sul do país. As características dos ovos dos Rajidae do sul do Brasil foram apresentadas em Schwingel & Vooren (1983). Queiroz & Vooren (1984) e Queiroz (1984 e 1988 a, b), Oddone & Vooren (2002). Estudaram as variações sazonais, distribuição, hábitos alimentares e reprodução das espécies de *Sympterygia* na plataforma continental do Rio Grande do Sul. Schwingel & Vooren (1985) analisaram as espécies brasileiras de *Psammobatis* do sul do Brasil, dando ênfase à estrutura dos mixopterígios.

Queiroz & Takase (1985) analisaram a morfologia dentária de *Sympterygia* do sul brasileiro. Tutui & Tomás (1991) discutiram a relação morfométrica do disco pelo comprimento total em Rajidae. A participação das raias nos desembarques da pesca demersal foi motivo de estudo para Tomás *et al.* (1991). Até o início da década de 90 os estudos disponíveis foram sumariados por Tomás & Tutui (1991).

Outros estudos dizem respeito a aspectos da reprodução (Vazzoler *et al.*, 1989 *in* Ponz Louro, 1995), para reprodução e cápsulas ovígeras (Oddone & Vooren 2002, Oddone 2003, Marçal 2003, Oddone *et al.* 2004), da alimentação (Soares *et al.*, 1992; Muto *et al.* 2001), alimentação em raias, porém de espécies de outras famílias, tais como *Narcine brasiliensis* e *Rhinobatus horkelli* (Goitein *et al.*, 1998) e da distribuição em micro-regiões (Cunningham *et al.* 1991; Natali Neto, 1994; Rossi-Wongtschowski & Paes, 1993 *in* Ponz Louro, *op. cit.*).

Foram encontrados alguns tipos de anomalias morfológicas em espécimes de *R. agassizi* próximo à Baía de Santos, provavelmente como resultado da exposição aos contaminantes presentes no material de dragagem depositado na área onde foram capturadas (Casarini *et al.*, 1997).

A vértebra dos elasmobrânquios, utilizada como estrutura para a determinação da idade, teve início com os trabalhos de Ridewood (1921 *in* Cailliet *et al.* 1983), sendo este o primeiro a descrever as zonas de calcificação. Posteriormente, Haskell (1949 *in* Cailliet *op cit.*) sugeriu que essas zonas de crescimento poderiam ser utilizadas para a determinação da idade. A partir de então, vários autores utilizaram diversas técnicas para a obtenção das zonas de calcificação em elasmobrânquios.

Atualmente, a vértebra dos elasmobrânquios é considerada como uma boa estrutura que permite identificar e interpretar os anéis de crescimento, como os trabalhos que utilizaram a leitura de anéis da vértebra de Rajidae para determinação do crescimento em *Raja eglanteria*, *R. microocellata*, *R. montagui*, *R. erinacea*, *R. wallacei*, *R. clavata*, *R. pullopunctata* e *Leucoraja ocellata* (Berry 1965, Ryland & Ajayi 1984, Waring 1984, Brander & Palmer 1985, Cailliet 1990, Fahy 1991, Zeiner & Wolf 1993, Walmsley-Hart *et al.* 1999, Wintner & Cliff 1999 e Sulikowski *et al.* 2003). No Brasil, foram publicados alguns trabalhos que também utilizaram as vértebras para determinação da idade em tubarões da costa norte (Santana & Lessa, 1997; Paglerani *et al.*, 1997).

Casarini (1999), estudou a distribuição, abundância, morfometria e aspectos da pesca para os gêneros *Rioraja* e *Atlantoraja* na costa sudeste e sul do Brasil e descreveu a participação quali - quantitativa dessas raias como parte do rejeito na pesca de arrasto até 100 m de profundidade. Além disso, constatou não haver preferência dessas raias por um tipo específico de substrato. Na costa do Rio Grande do Sul o estudo realizado por Oddone & Vooren (2004) sobre a distribuição e abundância de *A. cyclophora* entre 100 e 600 m de profundidade, indicou a ocorrência da espécie até 300 m, sem diferenças na frequência de ocorrência e abundância pelos estratos de profundidade ou pela latitude. Nessa mesma faixa de profundidade Bernardes *et al.* (2005), realizaram levantamento com rede de arrasto de fundo na costa sudeste e sul do Brasil, registrando a ocorrência de *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui*.

Devido ao longo ciclo de vida e baixa fecundidade, os elasmobrânquios requerem cuidados especiais por parte das autoridades de ordenamento pesqueiro (Holden, 1974; Bonfil, 1994). Tal proposição é complementada por

Brander (1988) em relação ao tamanho, formato e distribuição geográfica dos indivíduos jovens de raias, que estão sujeitos à captura por pescarias direcionadas a outras espécies. Assim, exigem um manejo mais cuidadoso, uma vez que sua população deve ser protegida do colapso. Portanto, as raias podem ser utilizadas como indicadores sensíveis da intensidade de exploração de uma área pela pesca.

Através da pesca não seletiva (e.g. arrastos), mesmo as espécies que não são consideradas como alvo da pescaria podem estar sofrendo sérias interferências em seu estoque. Em certas áreas da Irlanda do Norte, *Dipturus batis* chegou a desaparecer pela ação da pesca (Brander, 1981).

Casey & Myers (1998), sugerem que *Raja laevis* pode estar próxima da extinção. Há 45 anos em St. Pierre Bank (sul de Newfoundland), essa espécie estava presente em 10% dos arrastos, nos últimos 20 anos nenhuma foi capturada, e esse padrão de declínio é similar para toda a área de distribuição da espécie.

Segundo Dulvy & Reynolds (2002) a análise de séries temporais estatísticas da pesca de raias mostra uma aparente “estabilidade” para a categoria Rajidae. Isso ocorre devido a não detecção das espécies que estão sobrepescadas e algumas espécies têm declinado em abundância nas últimas décadas, enquanto outras mais resistentes, aumentam. Esse estudo revelou também o desaparecimento de duas espécies: *Dipturus oxyrinchus*, “long-nose skate” e *Rostroraja alba*, “white skate” e confirmou o desaparecimento de *Dipturus batis*.

Foram realizados no Mar do Norte vários estudos sobre a dinâmica populacional de Rajidae, pois ocupam o mesmo nicho que o linguado (*Pleuronectes platessa*, *Limanda limanda*, *Hippoglossoides platessoides*), que é um recurso intensamente explorado. Essas raias são consideradas suscetíveis em relação à pesca devido às próprias características do seu ciclo de vida. As variações no ciclo de vida da espécie desempenham importante papel na determinação da suscetibilidade ou resistência a exploração (Walker & Hislop, 1998).

No sudeste e sul, Rajidae são comuns nas capturas de arrasto (arrasto de parelha e arrasto de portas) e em rede de emalhe de fundo, principalmente na plataforma continental interna (Casarini, 1999), com elevada rejeição a

bordo, somente sendo aproveitados os espécimes de maior porte. Entretanto, a atualidade vem demonstrando que as espécies dos gêneros *Rioraja* e *Atlantoraja* conhecidas pela comunidade pesqueira como “emplastos” estão ocupando uma parcela cada vez maior dentro da categoria “raias” em desembarques nos municípios de Santos e Guarujá. Nessa categoria estão incluídas todas as espécies de raias desembarcadas, porque aparentemente o próprio mercado consumidor ainda não sentiu a necessidade de agrupar os emplastos em uma categoria à parte.

O maior aproveitamento dessas espécies para o consumo se explica pela baixa produção dos outros recursos comumente explorados, aliados a uma produção em pequena escala de polpa de carne, utilizada por restaurantes. A partir de 1999 se iniciou a exportação para a Ásia, principalmente para a Coreia do Sul. No município de Santos apenas uma indústria de pescado exportou durante o ano de 2002 aproximadamente 100 t de raias dos gêneros *Atlantoraja* e *Rioraja*, processada em postas congeladas. Devido à baixa qualidade do produto desembarcado, o exportador necessita de um controle de qualidade apurado para atender as exigências do mercado externo.

A pesca mundial para os Rajidae mostra uma produção crescente de 48470 t no ano de 1996, 58826 t em 1998 e 63094 t para o ano de 1999, atingindo a marca de 64879 t em 2000 e decrescendo em 2001 para 60472 t, 53247 t em 2002, voltando a crescer para 55615 t em 2003 (FAO, 2006).

Mazzoleni & Schwingel (1999) justificam o aumento das pescarias de elasmobrânquios no Brasil devido ao aumento na demanda internacional por carne de Rajidae. A quantidade de raias desembarcadas vem aumentando consideravelmente no Estado do Rio Grande do Sul, alcançando o valor de 776 t e no Estado de Santa Catarina aproximadamente 1458 t, que representa cerca de 19% e 34% respectivamente dos elasmobrânquios demersais desembarcados (CEPSUL/IBAMA 2001 *in* Oddone 2003).

Existe uma dificuldade em se estimar parâmetros confiáveis para o manejo dos estoques, pelo escasso conhecimento da biologia desses peixes e dos efeitos da pesca sobre suas populações. Deve-se considerar ainda a impossibilidade de se aplicar estudos de avaliação de estoques baseados em modelos de produção excedente, pelo fato do esforço de pesca não ser dirigido

às espécies em questão e a sua ocorrência nos desembarques estar associada a um mercado consumidor flutuante e oportunista. Além disso, não se sabe quantas populações existiriam nas áreas de captura. Por enquanto, ainda persiste o baixo valor econômico de mercado, mas isso poderá ser alterado, caso a demanda aumente e atinja um patamar mais estável, o que provavelmente irá refletir numa pressão maior da pesca sobre suas populações.

Hilborn & Walters (1992) discutem que para uma pescaria entrar em colapso, ela irá depender do valor econômico do pescado, do tempo de investimento e do grau no qual o sucesso da pescaria declina com a abundância e se os órgãos responsáveis irão agir para reduzir o esforço ou a captura antes que ocorra o colapso.

Existe ainda a desconsideração do manuseio efetuado pelos pescadores a bordo das embarcações que não aproveitam o recurso, onde normalmente as raias são devolvidas (a maioria já morta) ao mar após a despesca e a necessidade crescente de melhor conhecer a nossa fauna. São argumentos suficientes para engendrar estudos da potencialidade desses recursos que poderiam estar direta, e proporcionalmente, ligados ao grau de confiabilidade da estimativa dos parâmetros vitais das populações de interesse pesqueiro.

2. OBJETIVOS

Estudar a dinâmica populacional para *Rioraja agassizi*, *Atlantoraja cyclophora*, *A. castelnaui* e *A. platana* a partir de dados obtidos na pesca de arrasto que atuou nos períodos de 1995 a 1997 e 2001 a 2003, entre os paralelos 23° S (sul do Estado do Rio de Janeiro) e 31° S (sul do Estado do Rio Grande do Sul).

A identificação e a participação quantitativa dessas espécies para a categoria “raias-emplastros” dentro da cadeia produtiva do pescado.

Analisar as relações biométricas intraespecífica e estimar o peso corporal a partir das carcaças.

Testar e avaliar algumas das metodologias mais utilizadas para visualização das marcas de crescimento utilizando as vértebras como estrutura de aposição.

Avaliar a estrutura populacional através da estimativa dos parâmetros de crescimento, aspectos reprodutivos e as taxas de mortalidade natural, total, por pesca e o rendimento por recruta.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo tem o seu limite setentrional no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro ($23^{\circ} 18' 00''$ S e $44^{\circ} 30' 00''$ W) e o meridional nas proximidades da Lagoa dos Patos (RS) ($31^{\circ} 00' 00''$ S e $50^{\circ} 32' 00''$ W). A oeste esteve limitada pela linha de costa e a leste alcançando a isóbata de 400 m. Essa área foi assim delimitada em decorrência dos arrastos terem sido observados através da pesca industrial da frota paulista entre os anos de 1995 e 2003. Dessa forma, o alcance geográfico dessas embarcações ao longo do período em que foram observadas, naturalmente definiram os limites da área de estudo (Figuras 1 e 2).

A fisiografia e as condições hidrográficas são importantes na compreensão dos ecossistemas que compõem a área de estudo. *Rioraja* e *Atlantoraja* são demersais e associadas ao substrato, sofrendo a interação desses fatores que explicam em parte a sua distribuição restrita nos distritos Sulbrasileiro e Bonaerense.

Enquanto o relevo de fundo na plataforma continental sudeste e sul do Brasil, em sua maior parte, favorecem a pesca pelas artes de arrasto, as condições meteorológicas, muitas vezes afetam as embarcações pesqueiras que atuam nessas artes, pois estas têm sua ação limitada pelas condições de mar, principalmente aquelas ocasionadas pelos ventos de superfície que sopram de sul e leste. Além disso, não se pode desconsiderar as intensas atividades antropogênicas que ocorrem nas cidades litorâneas da costa sul e sudeste do Brasil, contribuindo para a degradação da qualidade da água e sedimentos, resultando em perdas de habitat para muitas espécies que se relacionam com as espécies de interesse desse estudo. O impacto incessante causado pela atividade pesqueira de arrasto na plataforma continental, principalmente em águas costeiras, potencializa os efeitos negativos sobre o habitat dos peixes demersais. Segundo Casarini (1999), mesmo um constante aprimoramento tecnológico para a captura dos recursos vivos pode não ser

suficiente, caso as implicações ecológicas impostas pelo ambiente não sejam bem compreendidas.

Quanto aos aspectos fisiográficos podem ser representados considerando a região delimitada pela plataforma continental sudeste, do cabo São Tomé ao Cabo Santa Marta (23° S a $28,5^{\circ}$ S) e sul do Cabo Santa Marta ao Arroio Chuí ($28,5^{\circ}$ S a 34° S) (Castro e Miranda, 1998).

A plataforma continental sudeste alcança 1100 km de extensão e atinge a sua maior largura, 230 km, na região de Santos e apenas 50 e 70 km no Cabo São Tomé (RJ) e Cabo Santa Marta (SC), respectivamente. Essa configuração de estreitamento das isóbatas em direção às extremidades norte e sul define um formato côncavo denominado “Embaçamento de São Paulo”, cuja declividade é menos acentuada ao sul de São Sebastião (Zembruski, 1979).

A região da quebra da plataforma, na margem da região sudeste e sul, situa-se entre 100 e 160m de profundidade (Knoppers et al., 1999).

A plataforma continental sul tem sua porção mais estreita ao norte e mais larga ao sul, 110 e 170 km, respectivamente. A partir de Torres (RS) em diante a plataforma toma o alinhamento norte-nordeste e sul-sudoeste, cuja largura é controlada pela linha de costa.

A plataforma ainda apresenta um declive acentuado a moderado, variando de 1 a 2 m verticais por 1 km horizontal entre as profundidades de 10 a 100 m e 0,32 a 0,64 m para cada 1 km, em $32^{\circ} 40'$ S, entre Cabo de Santa Marta (SC) e Mostardas (RS), sendo, portanto, a maior largura da plataforma nessa área.

A cobertura sedimentar da plataforma sudeste interna e média é bem definida, com sedimentos terrígenos, caracterizadas por fácies homogêneas e quase contínuas, e carbonáticos da plataforma externa, com teores de CaCO_3 raramente excedendo a 50-75% (Kowsmann & Costa, 1979; Alves & Ponzi, 1984). Sedimentos terrígenos, na plataforma interna e média, são compostos principalmente por areia e lama.

Observa-se um aumento gradativo nos teores de lama ao sul da ilha de São Sebastião em direção à plataforma externa e maior heterogeneidade granulométrica ao norte dessa ilha, com deposição dos sedimentos de lama na

plataforma interna e o estabelecimento de um complexo padrão de sedimentação, com a presença de numerosas manchas (Mahiques, 1998).

A ilha de São Sebastião serve também como um divisor quanto à forma de distribuição sedimentar. Depósitos de sedimentos ricos em CaCO_3 estão mais restritos à região de plataforma externa (após 100 m), ocorrendo desde Cabo Frio (RJ) até o Rio Grande do Sul. Considerando a plataforma continental externa e o talude superior da porção norte do Embaiamento de São Paulo, o sedimento é basicamente constituído por uma combinação complexa de lamas, areias finas e carapaças de moluscos (Mahiques *et al.*, 2002).

Na região de quebra da plataforma e talude superior, o sedimento é composto basicamente por silte e argila, com uma fração arenosa normalmente menor que 25%. Em contraste com as lamas da plataforma continental, predominada por argilas (50-75%), no talude dominam sedimentos siltosos (Rocha *et al.*, 1975; Alves & Ponzi, 1984).

Para toda a área de estudo, considerando a plataforma continental, ela geralmente apresenta grande largura, feições morfológicas homogêneas e a expressiva ocorrência de sedimentos terrígenos relíquias (Projeto REMAC, 1979). O relevo geral é suave (1 m/km) e monótono (Coutinho, 1996). Na costa sudeste a contribuição de água doce através dos rios para a plataforma interna não é considerada de grande monta, mesmo com a presença dos pequenos e médios estuários. Na costa Sul, essa contribuição ocorre de forma mais expressiva através da Lagoa dos Patos.

As massas de água que atuam dentro da plataforma continental sudeste e sul e no talude superior adjacente são a Água Costeira (AC) de baixa salinidade; Água Tropical (AT), quente e alta salinidade ($T > 20^\circ\text{C}$ e 36 ups) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS) com temperaturas relativamente mais frias ($6^\circ\text{C} < T < 20^\circ\text{C}$ e 34,6 a 36 ups) (Silveira *et al.* 2000).

A AC é resultante do processo de mistura da água doce de origem continental com as de plataforma (Castro e Miranda, 1998). As outras massas de água (AT e ACAS) compõem a extensão vertical do fluxo da Corrente do Brasil (CB), ou seja, AT é superficial de 0 a 200 m e a ACAS de 200 a 500 m de profundidade.

A CB é uma corrente de contorno oeste e se origina a partir do ramo sul da Corrente Sul Equatorial (CSE) e se desloca bordejando a margem

continental no sentido sul-sudoeste. Na região de Convergência Subtropical entre 33° e 38° S ocorre a confluência da CB com a Corrente das Malvinas se afastando da costa. Dessa confluência se origina a Água Central do Atlântico Sul que participa do Giro Subtropical e circula com as Correntes do Atlântico Sul e Benguela e alcança novamente a América do Sul transportada pela Corrente Sul Equatorial e parte dela segue em direção sul ao largo da costa brasileira (Silveira *et al.* 2000).

Segundo Matsuura (1986), a ACAS que no período de outono, inverno e início da primavera se encontra junto à margem externa da plataforma continental, passa a fluir sobre a plataforma no final da primavera e verão.

Os meandros e vórtices ciclônicos e anticiclônicos da CB são atribuídos à mudança de orientação da costa e ao gradiente da topografia de fundo, fazendo com que essa corrente se dirija por inércia para águas mais profundas (Campos, 1995). Dessa forma, se encontra a formação de vórtices de grande amplitude ao norte de Cabo São Tomé (22°S) que rumam em direção a Bacia de Santos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DAS PESCARIAS

Foram utilizados dados obtidos em coletas mensais realizadas no período de 1995 a 1997, entre as latitudes 23° S e 31° S em profundidades inferiores a 100 m (Figura 1). Assim, foram amostrados no total 1050 espécimes capturados para as quatro espécies dos gêneros *Atlantoraja* e *Rioraja*. Esses exemplares foram coletados nos locais de desembarque pesqueiro nos municípios de Santos e Guarujá, ambos no Estado de São Paulo. Também foram efetuados embarques na frota industrial e pelo sistema de parceria com armadores de pesca.

Os peixes coletados nesse período não foram eviscerados a bordo das embarcações pesqueiras, mas mantidos com os corpos íntegros. Dessa forma, os espécimes foram identificados (segundo Figueiredo, 1977 e McEachran & Dunn, 1998), sexados e pesados.

A Figura 3 mostra as medidas no comprimento total (CT), da extremidade do rostro até a extremidade posterior da nadadeira caudal; a largura do disco (LD), distância entre as extremidades das nadadeiras peitorais e o comprimento da margem posterior da nadadeira peitoral direita (MPNPD),

(Clark, 1926 *in* Jardas 1975). Para a tomada dessas medidas, foi utilizado um ictiômetro, com leituras ao milímetro inferior, paquímetro e balança digital com precisão de 1,0 grama.

Também foram extraídos da coluna vertebral dos espécimes blocos de 10 a 20 vértebras, entre o sinarcual e a cintura pélvica, sendo removida a maior parte do tecido conectivo, etiquetadas e acondicionadas sob refrigeração no laboratório do Instituto de Pesca em Santos. Essa coleção de vértebras mantida sob refrigeração sem nenhum conservante ou aditivo químico, evita qualquer alteração substancial que possa interferir nos resultados das técnicas aplicadas para visualização das marcas de crescimento.

De fevereiro de 2001 a maio de 2003 foram amostrados semanalmente os locais de desembarque e comercialização de Rajidae, nos municípios de Guarujá e Santos. Através da ficha de desembarque foram entrevistadas embarcações de arrasto duplo de portas com a pesca dirigida principalmente para peixes demersais que atuaram na área representada pela Figura 2.

Para os dados de captura constam: data, nome da embarcação, arte de pesca, área de pesca, profundidade mínima e máxima, dias de viagem, dias de pesca, número de lances, total em peso das raia evisceradas capturadas com a porcentagem para cada espécie, total da captura, espécies – alvo da pescaria, qual o comprador e o preço de venda por quilograma de raia no mercado atacadista, de acordo com a (Tabela 1). Os valores percentuais foram utilizados para mostrar a participação da categoria “raias-emplastos” na captura total e também como espécie-específico.

A partir dos dados de captura obtidos nos desembarques o esforço de pesca foi calculado em horas de arrasto, da seguinte forma:

$f = \text{número de lances por dia} \times \text{duração média do lance (h)} \times \text{dias de pesca}.$

A partir dos dados coletados, procurou-se detectar pela análise de covariância (ANCOVA) quais os fatores e a covariável estatisticamente significativos, pelo menos ao nível de 5%, sobre as capturas para cada espécie estudada. Essa ferramenta é muito importante para análise das pescarias, visto que muitos fatores determinam o sucesso das operações de pesca (Petrere, 1986).

Essa poderosa técnica estatística minimiza a variância ao redor da média dentro dos diferentes níveis de tratamento através de uma relação linear entre a variável dependente e uma ou mais covariáveis. Entretanto, Kotas (2004), atenta para o fato que nem sempre ocorre linearidade entre a variável resposta e as covariáveis com os dados pesqueiros e uma forma de reduzir esse efeito e se obter um desenho mais balanceado é agrupar os dados individualizados da época do ano, ano e área de pesca.

As premissas para se utilizar a ANCOVA são que os dados empregados resultem de experimento aleatório para os diferentes grupos dos fatores, tenha a resposta como função aditiva do efeito dos fatores ou função linear da covariável, que os erros sejam independentes com distribuição normal, média zero e variância constante $N(0; \sigma^2)$. Além disso, deve existir o paralelismo das linhas (ou hiperplanos) de regressão entre os tratamentos, caso contrário quando as linhas são concorrentes há interação entre os diferentes níveis do fator e o modelo da ANCOVA passa a não ser o mais adequado (Huitema, 1980).

Assim, foi utilizada uma análise de covariância (ANCOVA) de três fatores para avaliar a relação da captura em cada espécie de raia com o esforço, ano, latitude e profundidade, tendo o esforço como covariável e as outras variáveis como fatores, no modelo inicial:

$$\ln(W_{capt}) = \text{constante} + \text{ano} + \text{lat} + \text{prof} + \text{ano} * \text{lat} + \text{ano} * \text{prof} + \text{lat} * \text{prof} + \text{ano} * \text{lat} * \text{prof} + \ln f + \ln f * \text{ano} + \ln f * \text{lat} + \ln f * \text{prof} + \varepsilon$$

Variável dependente:

$\ln(W_{capt})$ = o logaritmo neperiano do peso da captura em kg;

Constante: média populacional na variável dependente, comum para todas as observações.

Fatores:

Ano = corresponde aos anos amostrados de 2001, 2002 e 2003;

Lat = latitude em graus,

Prof = profundidade média (m) do local de pesca de cada viagem;

ε = componente de erro aleatório.

Covariável:

Lnf = logaritmo do esforço de pesca, expresso em número horas de arrasto de cada barco amostrado.

A inspeção das interações entre a covariável (Lnf) e os fatores (ano , lat , $prof$), foi realizada para verificar a condição de paralelismo. Na busca por um modelo mínimo que melhor explique a estrutura de correlação entre as variáveis, as interações e os fatores que não foram significativos em nível de 5% foram sucessivamente descartados e suas tabelas omitidas.

Os valores das capturas e a sua distribuição pelas áreas de pesca foram dispostos em mapas para cada espécie, considerando em cada viagem somente os dias efetivos de pesca.

As amostragens biológicas nesse período foram realizadas em duas indústrias exportadoras que processam as raias no município de Santos. A maioria dos dados de biometria obtida nesse período se refere ao peixe eviscerado (carcaça).

Como complemento às informações prestadas pelos pescadores nas fichas de desembarque, algumas embarcações também foram amostradas através de mapas de bordo específico com detalhamento por lance de pesca para uma determinada viagem. Esses mapas abrangem os dados da embarcação e o petrecho de pesca, sendo que no início e fim de cada lance foi registrada a data, hora, coordenadas geográficas, profundidade, tipo de fundo, rumo magnético do arrasto. No final de cada lance, durante a despesca, foi observada pela tripulação a ocorrência das espécies estudadas.

Também nesse período foi realizada uma viagem de três dias em uma embarcação de arrasto duplo de portas na pesca do camarão rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*), com a finalidade de verificar a presença de Rajidae na composição das capturas, sua participação no descarte e a porcentagem de sobreviventes de *R. agassizi* por lance.

Os indivíduos capturados pertencentes ao descarte foram considerados sobreviventes quando observados os seguintes critérios:

- 1- logo após a despesca, ainda no convés, foram separados vinte indivíduos que manifestavam algum sinal de vida (movimentos das nadadeiras, abdome, cauda, espiráculos ou fendas branquiais);

2- quando colocados de volta na água (com as fendas branquiais contra a corrente para oxigenação), após trinta segundos eram liberados e observados se estes indivíduos manifestavam natação ativa.

Foram considerados como não sobreviventes os indivíduos que não atenderam ao primeiro critério, ou ainda aqueles que flutuaram passivamente na superfície da água até se perder no visual da esteira da embarcação.

4.2 RELAÇÕES BIOMÉTRICAS INTRAESPECÍFICA E A ESTIMATIVA DO PESO CORPORAL A PARTIR DAS CARÇAÇAS

Devido à ausência do aparelho reprodutor, as carcaças foram definidas como machos aqueles que tinham a presença ou vestígio dos espinhos alares (localizados nas extremidades das nadadeiras peitorais) e fêmeas quando os espinhos alares (ou vestígio) estavam completamente ausentes. Posteriormente, as carcaças também foram pesadas, mas apenas uma estrutura corporal foi medida, considerando aquela que estivesse mais integra, ou seja, a LD ou margem posterior da nadadeira peitoral direita (MPNPD). Quando possível, foi também retirada parte da coluna vertebral das carcaças dos espécimes amostrados com a finalidade de completar e renovar a coleção de vértebras.

Essas indústrias foram contatadas diariamente e no local foi conferida a procedência e a quantidade do lote, depois foram tomadas caixas ao acaso e observadas as carcaças quanto ao tipo de corte obtendo-se as medidas na largura do disco bem como o peso individual. Quando as carcaças eram constituídas apenas pelas nadadeiras peitorais separadas entre si e misturadas na mesma caixa, selecionou-se somente as nadadeiras direitas, para assegurar que o mesmo espécime não fosse amostrado duas vezes; a seguir foi medida no comprimento da MPNPD e pesada.

Considerando os exemplares coletados nos dois períodos de amostragem, foram esboçadas as distribuições de frequência e a relação do peso com o comprimento por sexo para cada espécie. Para avaliar a relação peso-comprimento nos peixes inteiros foi aplicada uma análise de covariância, sendo a largura do disco (LD) em milímetros, a covariável e o sexo como a variável categórica no modelo:

$\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$; onde Wt é o peso total em gramas e $\ln$ o logaritmo natural.

Mestres e pescadores das embarcações colaboradoras da pesquisa trouxeram em algumas viagens um total de 150 exemplares inteiros, para as quatro espécies, de comprimentos variados para ambos sexos. Dessa forma, se obteve a morfometria e o peso. A seguir foram realizados cortes, pelo pessoal do processamento na indústria, similares aos encontrados nas carcaças desembarcadas e depois pesados novamente a cada tipo de corte.

Com a finalidade de detectar possíveis relações e interações entre o sexo e os pesos das carcaças foram realizadas análises de covariância para cada espécie, considerando os três tipos de carcaças, sendo o peso total (Wt) a variável dependente e o sexo como variável categórica e as outras variáveis como fatores nos modelos (I e II):

I - Peso total (Wt) = constante + Peso da carcaça (Wc) + sexo + sexo * (Wc)

II - Peso total (Wt) = constante + Peso da carcaça (Wc) + sexo

As medidas do peso total (Wt) individual foram estimadas através da regressão linear para o modelo:

$$Wt = a + b * Wc$$

onde:

Wt = peso total (g)

a = constante da regressão, intercepto da ordenada

b = coeficiente da regressão

Wc = peso da carcaça (g)

A partir do peso total (Wt) individual estimado foram obtidos os pesos totais de cada espécie, para cada tipo de corte da carcaça e transformados em valores percentuais.

Quando possível, também foi retirada parte da coluna vertebral das carcaças dos espécimes amostrados com a finalidade de completar e/ou renovar a coleção de vértebras.

4.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS

As diferenças na proporção sexual foram testadas pelo (χ^2) qui-quadrado, com correção de continuidade de Yates, considerando as classes de largura do disco (mm) entre os anos (Vazzoler, 1996; Zar, 1996).

Em Rajidae, o fígado pode ser utilizado como um indicador do dimorfismo sexual e da atividade sexual nas fêmeas, visto que no período de vitelogênese ocorre maior gasto energético (Lucifora *et al.* 2002; Mabragaña *et al.*, 2002).

Nos machos da família Rajidae, a presença dos espinhos alares formados e expostos em fileiras é indicador de indivíduos sexualmente aptos para se reproduzirem (Templeman, 1987 Mabragaña *et al.*, 2002; Oddone, 2003), além do comprimento e rigidez do cláster.

Durante o período amostrado, 2001 a 2003, foram coletados peixes inteiros entre as quatro espécies, com o propósito de se obter dados referentes ao aspecto reprodutivo das fêmeas, considerando a largura do disco (LD), peso das gônadas, peso e o aspecto do fígado. O aspecto do fígado atendeu ao seguinte critério: “claro”, se refere aos indivíduos cujo fígado apresentava a cor amarela ou marrom, e “escuro” aqueles que apresentavam a cor cinza ou preta.

Para os machos foi medida a largura do disco (LD) e o comprimento do cláster (Figura 3). Foi também observado o estado de rigidez do cláster, além do desenvolvimento dos espinhos alares.

A partir do peso do fígado nas fêmeas foi possível determinar o índice hepatossomático, segundo Capapé (1980):

$$IHS = (W_f / W_e) * 100$$

E o índice gonadossomático, segundo Vazzoler (1996):

$$IGS = (W_g / W_e) * 100$$

onde:

W_f = peso do fígado (g)

W_g = peso da gônada (g)

W_e = peso do peixe eviscerado (g)

A seguir, para as fêmeas foram relacionados o IHS e IGS com a largura do disco (mm) e foi aplicada à análise de covariância, sendo a largura

do disco (LD) em milímetros, a covariável e o aspecto do fígado como a variável categórica no modelo: $IHS = \text{constante} + LD + \text{aspecto do fígado} + \text{aspecto do fígado} * LD$, com a finalidade de detectar alguma variação entre o IHS e o aspecto do fígado. Sendo assim, foram consideradas sexualmente maduras apenas as fêmeas com o aspecto do fígado escuro.

Os machos considerados maduros foram àqueles indivíduos que apresentavam os espinhos desenvolvidos, quando comparados em relação à rigidez do cláspes, confirmados com teste de significância estatística t.

Dessa forma, foram considerados, com base nas análises citadas acima, os caracteres sexuais secundários das carcaças e a seguir, quando possível, classificado como sendo “maturo” ou “imaturo”. Para isso, em todas as carcaças das fêmeas amostradas foram observadas se havia a presença ou não do fígado, em caso afirmativo foi anotado o seu aspecto, seguindo os critérios estabelecidos. Quando o aspecto do fígado indicava ser do tipo “claro”, se classificava como imatura, caso fosse “escuro”, como matura. Nas carcaças que apresentavam os espinhos alares foram classificadas como machos. Porém naquelas em que os espinhos já se encontravam expostos e desenvolvidos, foram igualmente classificados também como maduros.

Para se estimar o tamanho corporal, no qual 50% dos indivíduos são sexualmente maduros (L_{50}), foram considerados os dados de proporção de indivíduos maduros, para cada classe de largura do disco (mm), ajustado a partir de uma curva logística, (Restrepo & Watson, 1991; King, 1995; White *et al.* 2001):

$$P = 1/(1+\exp(-r(LD-LD_m)))$$

onde:

P = porcentagem de indivíduos com maturidade na classe largura do disco (LD)

r = constante de curvatura

LD_m = largura média do disco da primeira maturação.

4.4 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MARCAS DE CRESCIMENTO

As vértebras foram utilizadas como estruturas rígidas de aposição, visando à estimativa da idade para machos e fêmeas. Segundo Cailliet *et al* (1983) em elasmobrânquios, as vértebras vêm sendo consideradas como boas ferramentas que permitem identificar e interpretar anéis de crescimento.

A etapa de visualização das marcas de crescimento se encontra entre as várias fontes de erros que afetam a precisão e a acurácia na estimativa da idade em peixes (Campana 2001). Desse modo, e com o objetivo de comparar e avaliar as técnicas mais utilizadas na visualização e identificação dessas marcas foram extraídas das secções das colunas vertebrais de espécimes das quatro espécies estudadas um total de 32 amostras de vértebras individualizadas e limpas do tecido conectivo. A seguir, foi utilizado como critério de visualização o padrão de nitidez e maior número de marcas de crescimento obtidas em cada amostra submetida aos tratamentos abaixo. Os testes nas estruturas foram sempre iniciados por aqueles menos destrutivos, conforme segue:

1. Raios X, (Cailliet *et al* 1983, Liu *et al.* 1997):

Dose de exposição 30 kw - 60 Hz – 80 mA - 1,5” – Atlante mod. Spectro II.

2. Clarificação, (Daiber 1960):

Imersão 24 horas em álcool etílico e 24 horas em xilol.

3. Desidratação, (Casarini & Hiraichi Junior 2002):

Manter em estufa a 70°C, por 10 minutos.

4. HDQ, (Lozano 1999):

Hiper-oxidação e Descalcificação Química.

5. Queima, (Cailliet *et al. op.cit.*):

Chama controlada direta na superfície da estrutura.

6. Cortes, (Cailliet *et al op.cit.*):

Estrutura com inclusão em resina de poliéster e corte sagital ao centro com espessura entre 0,2 a 0,3 mm.

4.5 CORTE SAGITAL DAS VÉRTEBRAS

Foram selecionadas 388 vértebras de *R. agassizi*, 320 *A. cyclophora*, 172 de *A. platana* e 244 de *A. castelnaui*, atendendo a um máximo de seis amostras por classe de largura do disco. A técnica do corte fino foi escolhida entre as demais, sendo realizada para todas as vértebras selecionadas. A partir da coluna vertebral foi extraída uma unidade entre a 10ª e 15ª vértebra (Figura 4). As amostras foram previamente limpas, removidas do tecido conectivo, medidas no diâmetro e pesadas, a seguir, incluídas em resina poliéster (Figura 5). Através, de uma serra de baixa rotação Isomet Buehler®, com lâmina adiamantada de 0,3 mm de espessura foram realizados cortes ao centro da vértebra no plano sagital.

Os cortes obtidos foram secos a temperatura ambiente e montados em lâminas para microscopia, preservados com bálsamo do Canadá e cobertos com lamínula e, posteriormente, mantidas em estojo. A partir das lâminas montadas foram obtidas as imagens através de uma câmera digital Leica DC100 acoplada a um estereomicroscópio Leica MZ75, com luz transmitida e aumentos de 25X para amostras a partir de *R. agassizi*, *A. cyclophora* e *A. platana*; aumentos de 16X, e 32X para *A. castelnaui* (Figura 6).

Posteriormente foram realizadas duas leituras independentes e em caso de discordância, uma terceira leitura, das marcas no *corpus calcareum* e *intermedialia* de cada imagem digital. Foi avaliada a nitidez, que seguiu o critério de alta, média e baixa em função da quantidade e qualidade das marcas observadas. Somente foram consideradas como marcas de crescimento aquelas formadas por uma zona clara (hialina) e uma zona escura (opaca), que tinham o espaçamento diminuído progressivamente em direção a borda da vértebra. Dessa forma, as marcas que obedeceram a esse critério foram consideradas anéis etários e sua contagem serviu para estimar a idade do indivíduo.

Com o auxílio do programa computacional Image Tool (UTHSCSA, 1996) foi obtida através da imagem de cada corte a medida do raio total (Rt) e dos raios dos anéis (Ra) a partir do centro da vértebra.

4.6 ESTUDO DA IDADE E CRESCIMENTO

O coeficiente de variação (CV%) foi utilizado em cada sexo para observar a precisão das leituras das marcas de crescimento. Com base na literatura (Campana, 2001; Sulikowski *et al.*, 2003 e Cailliet & Goldman, 2004) foi estipulado um CV% = 20 da largura do disco – LD (mm) em cada anel, como limite máximo para inclusão nas próximas análises, garantindo pelo menos 80% de consistência nas leituras efetuadas.

Foi esboçada uma distribuição de frequência da largura do disco para machos e fêmeas, com o propósito de se verificar as classes em tamanho dos indivíduos que efetivamente fizeram parte das análises para estudo do crescimento.

Segundo King (1996), a formação dos anéis nas estruturas de aposição, podem se formar tanto periódica como randomicamente e são o resultado aos estímulos físicos ou biológicos que possivelmente interferem nas taxas de crescimento.

É fundamental a validação da periodicidade na formação dos anéis etários, porque uma possível inclusão de falsos anéis nas leituras leva a estimativas errôneas dos parâmetros da curva de crescimento (Petrere *et al.* 1991; Campana, 2001).

Para efeito de comparação das marcas nas estruturas, foram realizadas imagens complementares com Raios-X (RX) de espinhos da cauda e vértebras da região entre a cartilagem sinarcual e a cintura pélvica, para as quatro espécies de raias, sendo removida a maior parte do tecido conectivo. Estas estruturas foram mantidas em álcool a 70%.

As estruturas para serem radiografadas foram dispostas sagital e dorso-ventral em relação à ampola do RX. Para a obtenção das radiografias foram utilizados um cassete (porta filmes) com écran (telas intensificadoras) e adicionadas três películas de filmes para radiologia convencional.

Todas as amostras foram colocadas diretamente em contato com o cassete. Portanto, a grade móvel não foi utilizada, para que a distância objeto-filme fosse a menor possível.

O aparelho de RX utilizado da marca CR-X[®], tem as seguintes características:

- de 0 a 500 mA;
- de 0 a 130 kv;

- T de 0,01 a 5,0 s;
- 220 volts;
- gerador trifásico;
- anodo giratório.

As radiografias tiveram as seguintes ajustes: mA = 100 e Kv = 46, o tempo de exposição variou de 0,02 a 0,04 s. A revelação automática foi através da processadora, marca Macrotec® – MX2. As imagens digitais foram obtidas seguindo o mesmo protocolo descrito anteriormente para os cortes finos.

Todos os testes para a obtenção das radiografias foram baseados a partir dos trabalhos de Cailliet *et al.* (*op.cit.*); Liu *et al.* (1998) e Cailliet & Goldman (2004).

Considerando o ritmo sazonal de crescimento, a validação da periodicidade de formação do anel opaco em cada espécie foi realizada pela análise do incremento marginal (IM) mensal ou sazonal (Campana, 2001):

$$IM = (Rt - r_n) / (r_n - r_{n-1})$$

onde:

Rt = distância do centro a borda da estrutura (raio da vértebra);

r_n = raio do último anel

r_{n-1} = raio do penúltimo anel.

Em relação às análises do IM foram excluídos os indivíduos com menos de cinco anéis e aqueles próximos aos limites máximos encontrados para a espécie. Dessa forma, foi possível eliminar interferências ocasionadas pela maior variação encontrada na formação de anéis nos indivíduos jovens, bem como a sobreposição dos anéis naqueles de maior idade (Campana, 2001). Para averiguar a variação mensal do IM foi realizado o teste de Kruskal-Wallis (Zar, 1996 e Sulikowski *et al.*, 2003).

Para melhor descrever a relação entre a variável largura do disco-LD (mm) e a o raio da vértebra-Rt (mm), de machos, fêmeas e sexos agrupados, foram feitas regressões e observado o melhor ajuste pela inspeção visual dos resíduos, considerando diferentes modelos:

- a. Linear, $LD = a + b * Rt$
- b. Multiplicativo, $LD = a * Rt^b$
- c. Exponencial, $LD = a * e^{b*Rt}$

Foi estabelecida, para cada sexo, a posição relativa dos anéis através das distribuições de frequência dos raios dos anéis, para demonstrar através do teste da mediana o seu deslocamento conforme o anel. Nesse procedimento foram testadas as diferenças entre as medianas de cada distribuição, pela determinação de uma grande mediana, obtida quando se juntam todas as observações (Zar, 1996).

Também foram analisados os padrões de espaçamento, com a finalidade de se observar se houve uma diminuição gradativa na distância entre os anéis em direção à borda da estrutura. Da mesma forma, foi avaliada a existência de uma relação linear entre o raio médio da vértebra e os anéis.

A inferência da largura do disco das raias, no período de formação dos anéis foi necessária, para todas as espécies, através de retrocálculo (Francis, 1990). Para isso, foram utilizadas as distâncias entre os anéis (Ra) e o raio total da vértebra (Rt). Depois de escolhido o melhor modelo ajustado das regressões efetuadas anteriormente foram obtidos os coeficientes para a hipótese da estrutura proporcional (SPH) e hipótese do corpo proporcional (BPH). Foram utilizadas para o modelo linear as equações:

SPH:

$$LD_i = -(a/b) + (LD + a/b) \cdot (Ra/Rt)$$

BPH:

$$LD_i = [(c+dRa)/(c+dRa)] \cdot LD$$

No modelo multiplicativo, foi utilizado o método de retrocálculo não linear, segundo a equação de Monastyrsky (Francis, 1990):

SPH:

$$LD_i = (Ra/Rt)^b \cdot LD$$

BPH:

$$LD_i = (Ra/Rt)^d \cdot LD$$

onde:

LD_i = i-ésima largura do disco do peixe retrocalculado em cada anel.

LD = Largura do disco observada.

Ra = distância entre o centro da vértebra e cada anel.

Rt = distância do centro da vértebra até sua borda.

a e b = constantes da regressão de Rt em função de LD.

c e d = constantes da regressão de LD em função de Rt.

A seguir, as médias das larguras de discos retrocalculadas, obtidas a partir das duas hipóteses, foram colocadas em gráficos e comparadas com as médias das larguras de discos observadas. Sendo também realizadas regressões da largura do disco retrocalculada (LDr-mm) na SPH e BPH sobre o raio da vértebra (R_t – mm) e escolhido o melhor ajuste pela inspeção da distribuição de resíduos, observando que não pode haver curvatura pronunciada e não se deve detectar nenhum padrão aparente.

A partir de Sparre & Venema, 1998; Campana, 2001 e Cailliet & Goldman, 2004 se estimou os parâmetros de crescimento, com o retrocálculo melhor ajustado, através da equação de von Bertalanffy (vB):

$$LD_t = LD_{\infty} * (1 - e^{-k*(t-t_0)})$$

onde:

LD_t = largura do disco (mm) do peixe na idade t ;

LD_{∞} = largura do disco máxima teórica (mm) ou assintótica;

e = base dos logaritmos neperianos;

k = coeficiente de crescimento (ano^{-1}), parâmetro de curvatura;

t = idade t (anos) do peixe na LD;

t_0 = idade (anos) nominal (teórica), quando a largura do disco é zero.

Os parâmetros de L_{∞} , k e t_0 da equação de vB foram estimados através do ajuste não linear iterativo da largura do disco e idade da função de vB.

O teste de razão de verossimilhança foi utilizado para comparação das curvas de crescimento entre os sexos, (Kimura, 1980):

$$\chi^2 = -N \log(\sigma_{\Omega}^2 / \sigma_{\omega}^2)$$

onde:

N = número de indivíduos totais amostrados

$$\sigma_{\Omega}^2 = (SQ_{\text{fêmeas}} + SQ_{\text{machos}}) / N$$

$$\sigma_{\omega}^2 = SQ_{f+m} / N$$

SQ = soma ao quadrado dos resíduos

As curvas de crescimento semelhantes permitiram que todas as etapas anteriores fossem também realizadas para os sexos agrupados. Porém, suas representações foram dispostas concomitante com as de sexo separado, apenas para manter uma sequência lógica das análises.

O índice de performance de crescimento ϕ' foi calculado para os parâmetros de crescimento destas espécies para futuras comparações (Pauly & Munro, 1984; Gayanilo *et al.* 2005).

$$\phi' = \log_{10}(k) + 2 * (\log_{10}(LD_{\infty}))$$

A longevidade foi calculada segundo Taylor in Sparre & Venema (1997).

$$T_{máx} = t_0 + 2,996/k$$

onde:

$$T_{máx} = \text{longevidade (anos)}$$

LD_{∞} = largura do disco máxima teórica (mm) ou assintótica;

k = coeficiente de crescimento (ano^{-1});

t_0 = idade (anos) nominal (teórica), quando a largura do disco é zero;

4.7 ESTIMATIVAS DAS TAXAS DE MORTALIDADE NATURAL (M)

O coeficiente de mortalidade natural (M) foi estimado a partir da fórmula empírica de Pauly (1980):

$$\log_{10} M = -0,0066 - 0,279 \log_{10} LD_{\infty} + 0,6543 \log_{10} K + 0,4634 \log_{10} T(^{\circ}\text{C})$$

E as expressões, a partir de Sparre & Venema (1997):

Alagaraja:

$$M = -\ln(0,01)/T_{max}$$

Hoenig:

$$\ln M = 1,45 - 1,01 * \ln t_{max}$$

Rikther e Efanov:

$$M = 1,521 / t_{m50\%}^{0,720} - 0,155$$

Taylor:

$$M = 2,996/t_{max}$$

onde:

LD_{∞} = largura do disco máxima teórica (cm) ou assintótica

k = coeficiente de crescimento (ano^{-1})

t_{max} = longevidade (anos)

$t_{m50\%}$ = idade de primeira maturação

T°C = temperatura média anual da água: *A. platana* (16); *A. catelnaui* (17); *A. cyclophora* (16) e *R. agassizi* (18). Os dados das temperaturas médias de fundo foram simulados em intervalos de 0,5 °C entre 15 e 25 °C, a partir da temperatura anual média de fundo das áreas de arrasto onde ocorreram a captura das raias.

4.8 ESTIMATIVA DO TAMANHO ÓTIMO (LARGURA DO DISCO) DE CAPTURA (LD_{op})

Quando toda a coorte é capturada ao atingir o tamanho LD_{op} ocorre o rendimento máximo possível (Beverton, 1992; Frisk *et al.*, 2001):

$$LD_{op} = L_{\infty} * \left(\frac{2,996}{\left(3 + \frac{M}{k} \right)} \right)$$

onde:

L_{∞} = largura do disco máxima teórica (mm) ou assintótica, para machos de *R. agassizi* foi utilizado o LD_{∞} a partir da equação $LD_{max} / 0,95$, Pauly (1984);

k = coeficiente de crescimento (ano^{-1});

M = taxa de mortalidade natural.

4.9 ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE TOTAL (Z) E SOBREVIVÊNCIA (S)

A mortalidade total Z (ano^{-1}) foi estimada a partir do método de Ssentongo & Larkin (1973),

$$Z_{SL} = n * k / (n+1) * \ln (LD_{\infty} - LD_c / LD_{\infty} - LD_{médio})$$

onde:

n = tamanho da amostra;

k = coeficiente de crescimento (ano^{-1});

LD_{∞} = largura do disco máxima teórica (cm) ou assintótica, para machos de *R. agassizi* foi utilizado o LD_{∞} a partir da equação $LD_{max} / 0,95$, Pauly, (1984);

LD_c = menor largura do disco da amostra ($=LD_{inf}$), se considera igual ao limite inferior do primeiro intervalo de classes de LD plenamente representada na captura (King, 1996);

LD_{medio} = largura do disco médio dos indivíduos maiores que LD_c

Esse método permitiu calcular a variância e a partir dela o intervalo de confiança:

$$Var(Z) = k^2 * (n*(n+1))^{-2} * (\ln(LD_{\infty} - LD_c) / (LD_{\infty} - LD_{medio}))^{-2}$$

A taxa de sobrevivência (S) foi estimada através da equação:

$$S = e^{-Z}$$

4.10 ESTIMATIVA DA TAXA DE MORTALIDADE POR PESCA (F) E O RENDIMENTO-POR-RECRUTA (Y'/R).

A taxa instantânea de mortalidade pela pesca (F) foi obtida a partir de (Z) e (M):

$$F = Z - M$$

As taxas de mortalidade Natural (M) utilizadas para o cálculo de F, para todas as espécies foram àquelas obtidas a partir de Rikther & Efanov, com exceção para *A. castelnaui* que utilizou Taylor (Sparre e Venema, 1998).

Foi calculado o modelo relativo de rendimento-por-recruta (Gayanilo *et al.* 2005), através da equação:

$$Y'/R = E * U^{\frac{M}{k}} * \left(1 - \frac{3 * U}{(1 + m)} + \frac{3 * U^2}{(1 + 2 * m)} - \frac{U^3}{(1 + 3 * m)} \right)$$

onde:

E = taxa de exploração F/Z

m = k/Z

U = 1- LD_c / LD_{∞} , para machos de *R. agassizi* foi utilizado o LD_{∞} a partir da equação $LD_{max} / 0,95$, Pauly, (1984).

Foram utilizados os pontos-alvos de referência biológica $F_{0,1}$ e F_{max} . Sendo que $F_{0,1}$ indica uma taxa de mortalidade por pesca onde a inclinação da

curva de rendimento-por-recruta atinge 10% do seu valor inicial e F_{max} um ponto da curva, Y/R versus F , onde Y/R é máximo (Cadima, 2000).

5. RESULTADOS

5.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DAS PESCARIAS

As coletas no período entre 1995 e 1997 tiveram uma distribuição limitada pela isóbata de 100 m, entre as latitudes 23° 30' S e 31° 00' S, sendo amostrados 1050 exemplares entre as quatro espécies das quais foram obtidas 750 vértebras.

Nas coletas entre os anos de 2001 e 2003 foram amostradas 15646 carcaças, obtendo-se 59 vértebras para *R. agassizi*, 105 para *A. cyclophora*, 116 para *A. platana* e 47 para *A. castelnaui*, sendo incorporadas à coleção.

Dados sobre a captura para 227 viagens foram obtidos mediante entrevistas com os mestres das embarcações, nesse mesmo período. A amplitude geográfica da frota de arrasto duplo de portas amostradas foi de 23° 20' S e 30° 30' S, e as profundidades estiveram entre as isóbatas de 60 e 460 m.

Através dos mapas de bordo foram obtidos dados referentes a 358 lances em 20 viagens para 11 embarcações de arrasto duplo de portas e parelhas, que atuaram entre as isóbatas de 10 e 430 m (Figura 7).

Os arrastos de parelha foram registrados a partir de duas embarcações em sete viagens, somando 143 lances de julho de 2002 a maio de 2003 entre as latitudes 23° 20' S e 26° 02' S nas profundidades que variaram de 10 a 50 m. Os arrastos foram realizados em um rumo magnético ao redor de 200°, ou seja, paralelo à linha de costa, realizados 4 lances a cada 24 horas, com duração média de 5 horas sendo predominante o tipo de fundo constituído de areia. Durante esse período *R. agassizi* foi a espécie mais freqüente em quase todos os lances a partir de 20 m de profundidade, enquanto que *A. cyclophora* e *A. castelnaui* tiveram participação menor e ocorreram somente em profundidades além dos 30 m, nas latitudes mais baixas. Não houve registro de ocorrência para *A. platana*, considerando todo o período e área amostrada. Os exemplares de emplastros eram descartados a bordo. Somente em algumas viagens se aproveitaram os indivíduos com maior tamanho de *A. castelnaui*.

Foram registrados 215 lances em 13 viagens para 11 embarcações de arrasto duplo por tangones que atuaram na pesca de peixes demersais no período de janeiro de 2002 a abril de 2004, entre 23° 03' S e 27° 06' S com profundidade variando de 33 a 430 m. Nessas embarcações todo o emplastro capturado foi aproveitado, exceto pelos barcos que tinham como espécie-alvo de captura o peixe sapo (*Lophius gastrophysus*).

Os arrastos tiveram preferencialmente um rumo de sudoeste, com duração média de 4,5 horas. Foram realizados cinco vezes em 24 horas e o tipo de fundo predominante foi de lama. *A. cyclophora* foi entre as espécies estudadas a mais freqüente em todos os lances a partir dos 60 a 265 m de profundidade, com ampla distribuição entre 23° 30' S e 27°20' S. *A. platana* foi mais freqüente entre 80 e 130 m profundidade, ocorrendo concomitante com *A. cyclophora*, sendo que *R. agassizi* ocorreu mais intensamente nas áreas mais rasas até 60 m de profundidade. No entanto, *A. castelnaui* apresentou maior freqüência em profundidades intermediárias entre as outras espécies e provavelmente mais agrupadas a sudeste da Ilha de Alcatrazes a 80 m de profundidade.

As embarcações de arrasto duplo com tangones, amostradas entre 2001 e 2003, que freqüentemente desembarcaram raias (emplastos) atuaram principalmente na pesca de peixes demersais, tais como congro-rosa (*Genypterus brasiliensis*), peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), linguado (*Paralichthys patagonicus*), polvo (*Octopus vulgaris*), abrótea (*Urophycis brasiliensis*), entre outros. Nessas embarcações, o aparelho de pesca tinha as seguintes características: rede tipo portuguesa (sem pano lateral), com malha de 45 mm de polietileno 30/24. A tralha superior e inferior de 22,60 m e 26,35 m respectivamente; 110 malhas de comprimento e ensacador com malha dobrada de 30 mm.

A participação dos “emplastos” em relação à captura total representou 3% de *A. cyclophora*, 2% de *A. platana* e 2% de *A. castelnaui*. Apesar das porcentagens de participação dessas raias nos desembarques serem semelhantes, cabe ressaltar que para completar uma caixa de 20 kg/espécie, em média, representou 20 carcaças de *A. cyclophora*, 11 de *A. platana* e apenas 6 de *A. castelnaui*. Assim, *A. cyclophora* superou sua participação na

produção também em número de indivíduos. *R. agassizi* ocorreu apenas ocasionalmente, não sendo, portanto, analisada sua pescaria.

Os percentuais anuais estimados dentro da categoria “raias-emplastros”, desembarcadas e processadas pela indústria em Santos, foram respectivamente: *A. castelnaui*, 48 e 23% (2001), 30 e 33% (2002), 27 e 9% (2003); *A. cyclophora*, 47 e 41% (2001), 46 e 40% (2002), 47 e 64% (2003); *A. platana*, 5 e 36% (2001), 24 e 27% (2002), 26 e 27% (2003). Dessa forma, as maiores porcentagens, nos desembarques e nas indústrias, foram para *A. cyclophora*, com exceção em 2001, onde *A. castelnaui* obteve a maior porcentagem nos desembarques, porém diminuiu para apenas 27% em 2003. *A. platana* participou com apenas 5% nos desembarques em 2001, mas nas indústrias atingiu porcentagem superior à de *A. castelnaui*, porém entre 2002 e 2003 sua participação foi menor nos desembarques, em relação às outras espécies.

As análises de covariância para capturas de *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui*, indicaram que a interação entre a covariável *Inf* e cada fator (*ano*, *lat* e *prof*) não foi significativa ($P > 0,05$), respeitando-se a condição de paralelismo da ANCOVA. Também não ocorreu a interação entre os fatores e foram sucessivamente sendo desconsideradas do modelo inicial aplicado em cada uma das espécies. No entanto, se observou que entre as três espécies analisadas, apenas para *A. cyclophora* foram significativas a profundidade ($P = 0,003$) e a latitude ($P = 0,002$) nas capturas (Tabela 2).

As Figuras 8, 9 e 10 mostram as posições das pescarias correspondentes ao período de 2001 a 2003, os maiores valores de captura foram alcançados por *A. cyclophora* (3001 kg.viagem⁻¹), seguidos por *A. castelnaui* (1700 kg.viagem⁻¹) e *A. platana* (1501 kg.viagem⁻¹).

Os exemplares de Rajidae são desembarcados normalmente como carcaças evisceradas, com pelo menos três tipos principais de corte, que variam em função do costume dos tripulantes no processamento a bordo ou a pedido dos compradores (Figura 11). Dessa forma, foram identificados três tipos de carcaças:

- I. Peixe quase inteiro, com a presença do rostro, nadadeiras peitorais e parte das pélvicas;

II. Convencional, consiste apenas nas nadadeiras peitorais aderidas através da cintura peitoral e por um pequeno bloco de vértebras;

III. Apenas as nadadeiras peitorais (asas) que ficam completamente separadas.

Para a maioria das amostragens os cortes foram dos tipos I e II, que permitiram uma medida consistente para a largura do disco.

O corte tipo I foi realizado principalmente pelas embarcações que desembarcaram o pescado em Niterói e transportado de caminhão para a indústria exportadora de Santos, geralmente com preços inferiores, quando comparado aos outros tipos de corte.

Após o beneficiamento cada nadadeira peitoral (sem a pele e os espinhos alares) foi classificada, pela indústria, tendo como critério para exportação o peso em gramas, como segue:

Classe S0 – 200

Classe M200 – 500

Classe L..... 500 – 1000

Classe LL..... 1000 – acima

Foram identificados na classe S, o predomínio de *R. agassizi* e indivíduos de menor tamanho das outras três espécies; na classe M, composta principalmente de *A. cyclophora*; para a classe L, *A. platana* compartilhada com *A. castelnaui*; na classe LL, predomínio de *A. castelnaui* e os indivíduos de maior tamanho de *A. platana*.

No embarque realizado na frota comercial foi possível observar 7 lances de arrastos ao sul da barra de Santos, com duração de 1,0 a 4,5 h. As profundidades variaram de 19,5 a 36 m e o tipo de fundo predominante foi de areia. A maior participação de Rajidae na composição da captura foi de *R. agassizi*, freqüente em quase todos os lances e chegou a 118 indivíduos no lance nº 2, enquanto que para *A. platana* não houve registro de ocorrência. O maior descarte de pescado foi de 100% e ocorreu no lance nº 4, devido à presença de grande quantidade de lama na rede, sendo o arrasto interrompido apenas uma hora após o início. No lance nº 2 o descarte foi de 82%, enquanto que no lance nº 5 se obteve um aproveitamento do pescado de 28% do total

capturado no lance. Em todos os lances observados os exemplares de Rajidae fizeram parte do pescado descartado (Tabela 3).

A maior sobrevivência dos exemplares de *R. agassizi* foi de 25%, no lance nº 5 e a menor de 15%, no lance nº 7 (Tabela 4).

5.2 RELAÇÕES BIOMÉTRICAS INTRAESPECÍFICA E A ESTIMATIVA DO PESO CORPORAL A PARTIR DAS CARÇAÇAS

R. agassizi

As distribuições de frequência da largura do disco nas fêmeas, para todos os anos, são assimétricas e indicam que suas medianas são estatisticamente maiores quando comparadas com os machos. A Figura 12 mostra que nos anos de 1995 a 1997 a largura do disco mínima foi de 90 e a máxima de 386 mm. Entre os anos de 2001 e 2003 se constatou um sensível aumento na largura do disco dos exemplares amostrados. Para os machos, nos anos de 1995 a 1997, a distribuição de frequência também foi assimétrica e se verificou que a largura do disco mínima foi de 151 e a máxima de 312 mm. Também nas fêmeas, nos anos de 2001 a 2003 se constatou um aumento na largura do disco.

Pela Figura 13 é evidente que as fêmeas são mais pesadas que os machos. A análise de covariância indica que o peso variou significativamente ($P < 0,001$) em função da largura do disco e não houve interação entre o sexo (Tabela 5).

Na estimativa do peso total corporal a partir das carcaças a Figura 13 mostra ainda que tanto o peso total como o peso das carcaças, as fêmeas mostraram maiores valores e com maior variabilidade que os machos. O peso mediano das carcaças entre os sexos também é diferente, mas a distribuição dos pesos nas fêmeas foi menos uniforme que nos machos, entre os tipos de carcaças. No entanto, as análises de covariância tendo como variável categórica o sexo e a covariável o peso da carcaça indicaram variações significativas ($P = 0,010$) em relação ao sexo, para a carcaça tipo III (Tabela 6).

Em relação às carcaças tipo I e II, as análises constataram que apenas os pesos variaram significativamente ($P < 0,01$). Como não houve uma diferença significativa ($P > 0,05$) nos pesos das mesmas, em relação ao sexo, os dados foram agrupados, enquanto que para a carcaça tipo III os sexos

foram separados. Dessa forma, observou-se uma regressão linear positiva entre o peso total e o peso de cada tipo de carcaça com valores de $r^2 > 0,970$, sendo a distribuição de resíduos para os quatro modelos homogênea (Tabela 7 e Figura 14).

A. cyclophora

A distribuição de frequência da largura do disco é assimétrica tanto para fêmeas e machos, do mesmo modo, houve um aumento na frequência para indivíduos com maior largura do disco entre os anos amostrados. Em 2001, para ambos os sexos, se observou uma baixa frequência para as menores classes e com valores mínimos e máximos de 235 e 579 mm para as fêmeas; 256 e 577 mm para os machos. A partir de 2002 se verificou o aparecimento de indivíduos nas menores classes, mas com baixa frequência e os valores mínimos e máximos são menores quando comparados com aqueles do ano de 2001. No entanto, em 2003 se encontram valores mínimos e máximos de 138 e 566 mm para as fêmeas; 154 e 551 para os machos (Figura 15).

O peso total dos indivíduos variou de forma significativa ($P < 0,001$) em relação à largura do disco, porém a análise de covariância não indicou o mesmo em relação ao sexo, bem como na interação do sexo e largura do disco (Tabela 8).

Para a estimativa do peso corporal a partir das carcaças, a Figura 16 mostra que a distribuição dos pesos nas fêmeas foi mais uniforme que nos machos e que a variabilidade no peso não sofreu alteração entre os tipos de carcaças, porém permaneceu diferente entre os sexos. No que se refere o peso total e o peso das carcaças as fêmeas obtiveram maiores valores medianos e com maior variabilidade que os machos.

Pela análise de covariância os pesos variaram significativamente ($P = 0,001$), mas não apresentaram variações significativas na interação ou em relação ao sexo, para os três tipos de carcaças ($P > 0,05$). Dessa forma, foi possível observar que existe uma regressão positiva entre o peso total e o peso de cada tipo de carcaça com valores de $r^2 > 0,980$ e a distribuição de resíduos para os três modelos é homogênea (Tabela 9 e Figura 17).

A. platana

Todas as distribuições de frequência da largura do disco apresentaram assimetria esquerda. Em ambos sexos, os menores valores mínimos ocorreram no ano de 2003 e os valores máximos em 2002, porém no ano seguinte ficaram comparativamente menores. As fêmeas para todos os anos estiveram mais distribuídas pelas classes de largura do disco e alcançaram as menores classes que os machos, tendo a sua maior amplitude (141 – 640 mm) no ano de 2003 (Figura 18).

A análise de covariância indicou que o peso total dos indivíduos variou significativamente ($P < 0,001$) em relação à largura do disco, não indicando o mesmo em relação ao sexo, bem como na interação do sexo e largura do disco (Tabela 10).

Na estimativa do peso total corporal a partir das carcaças as análises iniciais mostram que tanto para o peso total como o peso das carcaças as fêmeas obtiveram maiores valores e com maior variabilidade que os machos. O peso mediano das carcaças entre os sexos se manteve semelhante, mas a distribuição dos pesos nas fêmeas foi mais uniforme que nos machos, dando a idéia que a variabilidade no peso não sofreu alteração entre os tipos de carcaças, porém permaneceu diferente entre os sexos (Figura 19).

As análises de covariância, tendo como variável categórica o sexo e a covariável o peso da carcaça, indicam que os pesos variaram significativamente ($P < 0,001$) e apresentaram variações significativas na interação com o sexo, para as carcaças dos tipos II e III (Tabelas 11 e 12).

O fato de não ter sido constatado uma diferença nos pesos das carcaças em relação ao sexo para a carcaça tipo I permitiu o seu agrupamento. O mesmo não aconteceu para as carcaças tipo II e III. Foi possível observar que existe uma regressão positiva entre o peso total e o peso de cada tipo de carcaça com valores de $r^2 > 0,980$ e a distribuição de resíduos para os cinco modelos é homogênea (Tabela 13 e Figura 20).

A. castelnaui

Nessa espécie, os machos tiveram para a distribuição de frequência da largura do disco os valores mínimos e máximos crescentes até o ano de 2002 e a seguir esses valores diminuíram. As fêmeas, no ano de 2003, foram mais frequentes nas classes de menor largura do disco que os

machos, apesar de nesse ano atingirem seu maior valor máximo de 905 mm. Considerando todos os períodos as fêmeas atingiram uma amplitude de 127 a 905 mm e os machos de 125 a 744 mm. Vê-se que há uma sobreposição entre essas frequências para machos e fêmeas (Figura 21).

O peso total dos indivíduos variou de forma significativa ($P < 0,001$) em relação à largura do disco, porém a análise de covariância não indicou o mesmo em relação ao sexo, bem como na interação do sexo e largura do disco (Tabela 14).

Referente ao peso total a partir das carcaças, em ambos os sexos, tanto a variabilidade como os pesos medianos são muito semelhantes, apesar de que na carcaça tipo I os machos apresentam ser ligeiramente mais pesados que as fêmeas. A distribuição do peso não sofreu alteração entre os tipos de carcaças e permaneceu com valores muito próximos entre os sexos (Figura 22). Como esperado, os pesos das carcaças variaram significativamente ($P < 0,001$) nas análises de covariância, mas não sugerem variações significativas na interação ou em relação ao sexo, para os três tipos de carcaças. Existe uma regressão linear positiva entre o peso total e o peso de cada tipo de carcaça com valores de $r^2 > 0,970$, com uma distribuição homogênea de resíduos (Tabela 15 e Figura 23).

A partir do peso total (Wt) individual estimado foram obtidos os valores percentuais para cada tipo de corte de carcaça em relação ao peso total de cada espécie, como seguem: Tipo I, sexos agrupados - *R. agassizi*, 82,0%; *A. cyclophora*, 81,1%; *A. platana*, 82,7% e *A. castelnaui*, 79,5%. Tipo II, sexos agrupados - *R. agassizi*, 59,3%; *A. cyclophora*, 61,2%, *A. castelnaui*, 60,8%; sexos separados - *A. platana*, fêmeas 61,8% e machos 64,6%. Tipo III, sexos agrupados - *A. cyclophora*, 55,8% e *A. castelnaui*, 57,7%; sexos separados - *R. agassizi*, fêmeas 53,4% e machos 55,7%; *A. platana*, fêmeas 56,8% e machos 60,0%.

5.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS

R. agassizi

Em *R. agassizi* a proporção sexual (macho/fêmea) foi de 1:2; 1:6,5; 1:9,7; 1:3,2 para o período de 1995/97, 2001, 2002 e 2003 respectivamente, sendo que a menor e maior diferença entre as proporções foram para os anos

de 1995/97 e 2002. De modo geral, houve diferença significativa (χ^2 : $P < 0,01$), na proporção sexual para todos os anos, não ocorrendo apenas nas classes de menor largura do disco (LD). No entanto, houve um predomínio de machos somente no período de 1995/97 entre LD de 220 a 250 mm e 310 mm em 2003 (Figura 12).

Para as fêmeas dessa espécie a análise de covariância (ANCOVA) demonstrou ser significativo ($P < 0,001$) que os indivíduos de maior tamanho corporal apresentavam o fígado de aspecto escuro e também com os menores valores de IHS, quando comparadas com aquelas de aspecto claro (Tabela 16 e Figura 24).

Os valores do IGS e IHS variaram aproximadamente de 1 a 4 entre indivíduos de LD de 170 a 445 mm, se observando uma tendência do aumento do IGS quando ocorre a diminuição do IHS e os indivíduos com LD menor que 300 mm obtiveram os mais baixos valores de IGS (Figura 25).

Para os machos, quando comparado o comprimento do cláster em relação à LD, se verifica uma fase de menor crescimento com valores próximos a 20 mm e aspecto flexível, entre as classes de 150 a 200 mm, representado pelos indivíduos imaturos. Nas classes de LD a partir de 200 mm se observa uma fase de maior crescimento e o comprimento do cláster rígido variou entre 70 e 120 mm (Figura 26).

Os indivíduos que apresentaram cláster rígido obtiveram maior tamanho corporal que aqueles com cláster flexível ($t_{0,05(2), 98} = 8,2036$; $P < 0,001$). Os machos com os espinhos formados foram ligeiramente maiores do que aqueles com espinhos ainda em formação ($t_{0,05(2), 93} = 2,2426$; $P = 0,0272$), mostrados na Figura 27.

Foi possível observar que existe uma forte diferença significativa no tamanho corporal quando comparado à rigidez do cláster com os espinhos formados ($t_{0,05(2), 108} = 15,0462$; $P < 0,001$), demonstrados na Figura 28.

Através da curva logística ajustada, foi estimado o L_{50} para fêmeas em 327,901 mm e machos em 268,727 mm (Tabela 17). A primeira maturação sexual para essa espécie ocorre na classe de largura do disco correspondente a 330 mm para fêmeas e 270 mm para machos (Figura 29).

A. cyclophora

A proporção sexual de *A. cyclophora* foi de 1:1,64 para o período de 1995/97; 1:1,3 para 2001, 1:1,47 em 2002 e 1:1,35 em 2003, observando-se o predomínio de fêmeas. No período de 1995/97 houve diferenças apenas para as classes de LD de 370-390 e 430-450 mm. Em 2001, somente a classe de 350 mm de LD não diferiu significativamente (χ^2 : $P > 0,05$). As classes de LD de 350 e 410 mm também não diferiram em 2002, porém, todas as classes de LD foram significativamente diferentes (χ^2 : $P < 0,01$) para proporção sexual em 2003. Apesar de em todos os anos haver uma dominância de fêmeas, se observa que entre as classes de LD 370 a 410 mm ocorre o inverso para os anos de 2001 a 2003 (Figura 15).

Quando comparadas por tamanhos em relação ao aspecto do fígado, as fêmeas com o fígado escuro foram significativamente maiores e com os menores valores de IHS (ANCOVA: $P = 0,012$), que aquelas com aspecto claro (Tabela 18 e Figura 30).

Como esperado, para o IGS e IHS nas fêmeas houve uma tendência de variação inversa, isto é, quando ocorre o aumento de um índice, diminui o outro. Os maiores valores de IGS estiveram com os indivíduos acima de 400 mm de LD. Os valores do IGS e IHS variaram aproximadamente de 0,2 a 3,5 e 1,5 a 5,0 respectivamente entre as classes de LD de 300 a 500 mm (Figura 31).

Nos machos se verifica uma fase de menor crescimento do cláspere, com valores atingindo no máximo 100 mm e flexível, entre as classes de 100 a 350 mm, representado pelos indivíduos imaturos. Nas classes de LD a partir de 350 mm se observa uma fase de maior crescimento e o comprimento do cláspere rígido atingiu valores próximos de 150 mm (Figura 32).

Os indivíduos que apresentaram cláspere rígido alcançaram tamanho corporal significativamente maior do que aqueles com cláspere flexível ($t_{0,05(2), 45} = 11,3371$; $P < 0,001$). O tamanho corporal dos machos com os espinhos alares desenvolvidos foram significativamente maiores do que aqueles com espinhos ainda em desenvolvimento ($t_{0,05(2), 78} = 8,0394$; $P < 0,001$), demonstrado na Figura 33.

Foi observada apenas uma ligeira tendência de tamanho corporal maior para indivíduos com os espinhos alares desenvolvidos quando

comparado com a rigidez do cláspere. Apesar dessa diferença não ter sido significativa (teste t: $P > 0,05$), foi considerado como maduros apenas aqueles indivíduos que apresentavam os espinhos desenvolvidos (Figura 34).

O L_{50} para as fêmeas foi estimado em 412,787 mm e para os machos em 355,211 mm (Tabela 19). A primeira maturação sexual para essa espécie ocorre na classe de largura do disco correspondente a 415 e 355 mm para fêmeas e machos respectivamente (Figura 35).

A. platana

Para *A. platana* a proporção sexual foi de 1:1,3 para os anos de 1995/97 e 2002 e de 1:1,94 em 2001 e 1:1,55 em 2003, observando-se novamente a predominância de fêmeas. Nas classes de LD ao redor de 500 mm não houve diferenças significativas (χ^2 : $P > 0,05$). Nos anos de 2001 a 2003 houve predomínio de machos apenas nas classes de LD 520 a 560 mm (Figura 18).

As fêmeas dessa espécie quando comparadas por tamanhos e IHS em relação ao aspecto do fígado foram significativamente diferentes (ANCOVA: $P = 0,007$), apenas para o aspecto do fígado, sendo que os indivíduos de fígado escuro possuem maior tamanho corporal e os menores valores de IHS, que aqueles com aspecto claro (Tabela 20 e Figura 36).

Os maiores valores de IGS nas fêmeas estiveram com os indivíduos acima de 550 mm de LD. Os valores variam para o IGS de 0,2 a 2,8 e IHS entre 1,8 e 5,8. Observa-se também uma tendência do aumento do IGS quando ocorre a diminuição do IHS e os indivíduos de menor tamanho corporal obtiveram os menores valores de IGS e maiores de IHS (Figura 37).

Nos machos, a fase de menor crescimento do cláspere ocorreu entre as classes de 250 e 450 mm, com valores atingindo no máximo 100 mm e flexível, sendo, representados pelos indivíduos imaturos. Nas classes de LD a partir de 450 mm se observa uma fase de maior crescimento e o comprimento do cláspere rígido atingiu valores próximos de 200 mm (Figura 38).

Os indivíduos que apresentaram cláspere rígido obtiveram maior tamanho corporal que aqueles com cláspere flexível ($t_{0,05(2), 24} = 4,5263$; $P = 0,0001$). Os machos com os espinhos alares formados alcançaram os maiores valores de larguras do disco do que aqueles com espinhos ainda em formação ($t_{0,05(2), 33} = 12,8289$; $P < 0,001$), mostrados na Figura 39.

A Figura 40 mostra que existiu uma diferença significativa no tamanho corporal quando comparado à rigidez do cláster com o desenvolvimento dos espinhos alares ($t_{0,05(2), 26} = 2,7771$; $P = 0,0100$).

Foi estimado o L_{50} para fêmeas em 550,065 mm e machos em 501,810 mm (Tabela 21). A primeira maturação sexual para essa espécie ocorre na classe de largura do disco correspondente a 550 mm para fêmeas e 500 mm para machos (Figura 41).

A. castelnaui

Em 1995/97 a proporção sexual de *A. castelnaui* foi de 1:1,10; em 2001 foi de 1:1,94; em 2002 foi de 1:0,75 e em 2003 foi de 1:3,65. Nota-se um predomínio de indivíduos machos no ano de 2002 e no restante dos anos, o inverso. A período de 1995/97 não diferiu na proporção macho/fêmea. Em 2001 houve diferenças significativas (χ^2 : $P < 0,01$) para as classes de LD 560, 640 e 840 mm. Para 2002 não se observa diferença na classe de LD 640 mm e em 2003 o mesmo acontece nas classes de 680 e 760 mm. No período de 1995/97 houve predominância de machos para na classe de LD 400 mm. As classes de LD predominante para machos variaram de 680 a 720 mm para os anos de 2001, 2002 e 2003 (Figura 21).

De modo geral, em relação às quatro espécies houve predomínio de fêmeas em todos os anos, exceto para *A. castelnaui* no ano de 2002. No entanto, verificou-se uma repetição intraespecífica para algumas classes de LD com dominância de machos.

Nas fêmeas dessa espécie apenas o aspecto do fígado variou significativamente em relação ao IHS (ANCOVA: $P = 0,024$), onde os indivíduos com fígado escuro apresentavam os menores valores de IHS (Tabela 22 e Figura 42).

Para o IGS e IHS nas fêmeas também houve uma tendência de variação inversa. Os maiores valores de IGS estiveram com os indivíduos acima de 720 mm de LD. Os valores do IGS e IHS variaram aproximadamente de 0,2 a 2,8 e 2,0 a 3,5 respectivamente entre os indivíduos com as larguras de disco de 300 a 775 mm (Figura 43).

Nos machos se verifica uma fase de menor crescimento do cláster, com valores atingindo no máximo um comprimento de 90 mm e flexível, entre as classes de 200 a 600 mm, representado pelos indivíduos imaturos. Nas

classes de LD a partir de 600 mm se observa uma fase de maior crescimento e o comprimento do cláspes rígido atingiu valores próximos de 300 mm (Figura 44).

Os indivíduos com cláspes rígido alcançaram tamanho corporal significativamente maior do que aqueles com cláspes flexível ($t_{0,05(2), 52} = 11,4226$; $P < 0,001$). O tamanho corporal dos machos com os espinhos alares desenvolvidos foram significativamente maiores do que aqueles com espinhos ainda em desenvolvimento ($t_{0,05(2), 30} = 5,3497$; $P < 0,001$), demonstrado na Figura 45.

Nessa espécie para os machos, também foi observada uma tendência da largura do disco maior para os indivíduos com espinhos alares desenvolvidos quando comparado com a rigidez do cláspes ($t_{0,05(2), 17} = 6,0165$; $P < 0,01$), como mostra a Figura 46.

Para as fêmeas de *A. castelnaui* o L_{50} foi estimado em 742,361 mm e machos em 672,744 mm (Tabela 23). A primeira maturação sexual para essa espécie ocorre na classe de largura do disco correspondente a 740 mm para as fêmeas e 670 mm para os machos (Figura 47).

5.4 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MARCAS DE CRESCIMENTO

A técnica da queima não forneceu bons resultados, devido aos cones das vértebras serem muito estreitos e profundos dificultando o acesso da chama pela superfície interna.

As estruturas clarificadas mostraram baixa nitidez em quase todas as amostras. No entanto, a desidratação forneceu uma boa visualização das marcas de crescimento quando coradas em açafraão, com baixo custo e rapidez no processamento, porém, após o tratamento as distâncias entre as marcas sofreram uma alteração significativa (Teste-t pareado: $P < 0,01$). Com a técnica HDQ, os resultados foram satisfatórios quando se reduziu o tempo de imersão em H_2O_2 para 15 minutos e corados com toluidina ou nitrato de prata (Figura 48).

Os cortes finos obtiveram os melhores resultados, onde houve uma diferença significativa (ANOVA: $P=0,037$) das quantidades de marcas observadas entre os tratamentos. Os corantes mais eficientes foram o azul de alcian, alaranjado de metila, toluidina, rosa de bengala e violeta de genciana

(Figura 49). Nesses cortes, a visualização das marcas dependeu mais da qualidade do corte que dos corantes empregados. O corte precisa ser efetuado exatamente no centro da vértebra para que as marcas possam ser observadas com maior nitidez. As radiografias mostraram-se potencialmente eficazes para a visualização das marcas. Todavia, necessitam de equipamento mais adequado com ajuste no tempo de exposição e um filme revelador de melhor definição.

5.5 CORTE SAGITAL DAS VÉRTEBRAS

O diâmetro das vértebras e o corte no plano sagital exatamente no centro dessa estrutura definiram o padrão de nitidez das marcas. A linearidade das estruturas e das marcas em relação à LD demonstrou que o método foi adequado para as quatro espécies avaliadas. Para todas as espécies a relação entre a largura do disco e o diâmetro da vértebra foi linear ($r^2 > 0,80$). O número de marcas aumentou linearmente com a largura do disco. *R. agassizi* e *A. cyclophora* ($r^2 = 0,62$), em *A. platana* ($r^2 = 0,60$) e para *A. castelnaui* ($r^2 = 0,82$).

5.6 ESTUDO DA IDADE E CRESCIMENTO

R. agassizi

As distribuições de frequência dos indivíduos que tiveram suas vértebras analisadas indicam que nas fêmeas ($n = 207$) os menores exemplares apresentaram-se na classe de 240-260 mm e os maiores na classe de 400- 420 mm, sendo que a maior frequência ocorreu entre 320-340 mm. Para os indivíduos machos ($n = 90$) os maiores e menores estiveram entre as classes de 180-200 e 300-320 mm respectivamente, com maior frequência na classe de 240-260 mm. Nas fêmeas se observou uma distribuição com assimetria ligeiramente negativa, enquanto nos machos a distribuição se mostra de forma assimétrica positiva e há uma sobreposição entre machos e fêmeas, embora seja evidente que as fêmeas são maiores que os machos (Figura 50).

Nessa espécie se observou em ambos os sexos uma regressão positiva entre a largura do disco e o raio da vértebra, com os resíduos homogeneamente distribuídos (Figuras 51 e 52). Nas fêmeas, os maiores

valores do coeficiente de determinação (r^2) foram para os modelos multiplicativo e exponencial, sendo no primeiro ligeiramente maior ($r^2 = 0,71$) (Tabela 24). Nos machos os três tipos de modelos são explicados com $r^2 = 0,76$ (Tabela 25). Apesar das distribuições dos resíduos serem satisfatórias para os três modelos, foi escolhido o multiplicativo, para fêmeas e machos por apresentar a distribuição mais homogênea.

A análise inicial da variação do incremento marginal (IM) demonstrou maior porcentagem no mês de setembro (70,5%). Tal fato sugere que a formação do anel opaco tenha se iniciado ao final do segundo semestre e se complete em setembro, porém essa variação mensal não foi significativamente diferente (Kruskal Wallis: $P = 0,443$). Quando se agrupou a porcentagem de IM sazonalmente também não houve uma variação significativa (Kruskal Wallis: $P > 0,05$) entre as estações do ano (Figura 53).

Os tipos de borda nas vértebras não se mostraram precisas e, portanto não foram consideradas nas análises para validação da periodicidade na formação dos anéis de crescimento.

A consistência nas leituras dos anéis das vértebras foi superior a 80%, observados através dos valores dos coeficientes de variação (CV%) das larguras do disco por anel para fêmeas e machos (Tabelas 26 e 27).

Para machos e fêmeas, foi constatado uma diminuição do espaçamento entre os anéis quanto mais próximos da borda (Tabelas 28 e 29). O comprimento do raio médio da vértebra por anel também aumentou progressivamente (Figura 54).

As distribuições de frequência dos raios dos anéis por sexo demonstraram um deslocamento significativo pelo teste da mediana ($P < 0,001$), conforme o anel.

A hipótese da estrutura proporcional (SPH) se mostrou ligeiramente mais ajustada que a do corpo proporcional (BPH), apesar de que nas larguras do disco para os anéis iniciais o BPH é aparentemente mais ajustado, em ambas hipóteses não ocorreu o fenômeno de Lee (Figura 55). Observa-se pelas regressões que os valores de r^2 são ligeiramente superiores para o SPH e a distribuição de resíduos se apresenta homogênea em ambos os sexos (Figuras 56 e 57).

Foi escolhida a hipótese da estrutura proporcional (SPH) para efetuar o retrocálculo por apresentar os valores de largura do disco mais próximos do observado e o coeficiente de variação (CV%) da largura do disco médio retrocalculada em cada anel não ultrapassou os 19,8% nas fêmeas e 14,9% nos machos, sendo as maiores porcentagens para as idades iniciais (Tabelas 30 e 31).

As médias das larguras do disco retrocalculadas para fêmeas e machos foram apresentadas por classe etária. Para as fêmeas foram retrocalculados larguras médias que variaram de 175 mm na idade 1 até 369 mm na idade 23. Nos machos as larguras médias retrocalculadas foram de 150 mm na idade 1 e 300 mm na idade 20 (Tabelas 32, 33).

Estão apresentados na Tabela 34 os valores estimados dos parâmetros de crescimento pelo ajuste não linear de von Bertalanffy. As curvas de crescimento da Figura 58 mostram que as fêmeas atingiram a idade de 23 anos e possuem uma largura do disco assintótica de 407 mm enquanto os machos não ultrapassaram 20 anos e com a largura do disco assintótica de 305 mm. A comparação entre as curvas de crescimento para fêmeas e machos pelo teste de razão de verossimilhança demonstrou haver um crescimento diferenciado altamente significativo (χ^2 : $P < 0,001$) entre os sexos (Figura 59).

A Tabela 35 mostra que o índice de performance (ϕ') foi de 4,15 para as fêmeas e 4,07 para os machos, sugerindo um padrão de crescimento diferenciado. Além disso, a longevidade $T_{m\acute{a}x}$ se mostrou numericamente maior para as fêmeas (36,6 anos) que para os machos (19,4 anos).

A. cyclophora

Os indivíduos que tiveram suas vértebras analisadas apresentaram distribuições de frequência da largura do disco assimétricas negativas, sendo um pouco mais acentuada nas fêmeas que nos machos. As maiores frequências ocorreram entre as classes 410-430 para as fêmeas ($n = 170$) e 370-390 mm nos machos ($n = 113$). As fêmeas estiveram distribuídas entre as classes de 150-170 e 470-490 mm, sendo que os machos tiveram uma distribuição entre 150-170 450-470 mm e ocorre uma sobreposição entre as larguras do disco para machos e fêmeas (Figura 60).

Há uma regressão positiva entre a largura do disco e o raio total da vértebra ($P < 0,01$), em ambos os sexos e para sexos agrupados, com os

maiores valores do coeficiente de determinação (r^2) para os modelos multiplicativo e linear. O modelo multiplicativo foi explicado com $r^2 = 0,91$ e $0,94$ para fêmeas e machos, respectivamente, sendo o ajuste ligeiramente maior que o linear (Tabelas 36, 37 e 38).

O modelo exponencial apresentou o menor valor de r^2 ($0,80$ nas fêmeas) e ($0,90$ nos machos) com a distribuição de resíduos curvilínea mais acentuada em relação aos outros modelos. Para fêmeas e machos o modelo escolhido, para realizar o retrocálculo foi o multiplicativo, já que na inspeção dos resíduos se observou uma distribuição ligeiramente menos heteroscedástica quando comparado aos outros modelos (Figuras 61 e 62).

A validação do método através da variação mensal do incremento marginal (IM) não foi significativamente diferente (Kruskal Wallis: $P = 0,440$), porém é possível observar uma maior porcentagem de incremento no mês de abril ($76,6\%$). Dessa forma, sugere-se que a formação do anel opaco provavelmente ocorra a partir de maio ou durante o início do segundo semestre, pelo fato de possuir os mais baixos percentuais de IM. A variação sazonal do IM também não foi significativa (Kruskal Wallis: $P = 0,392$) (Figura 63). Não foram consideradas as observações do tipo de borda das vértebras nas análises, por não apresentarem consistência suficiente para validação da periodicidade na formação dos anéis de crescimento.

Os valores dos CV das larguras do disco por anel em ambos os sexos indicam 80% de consistência nas leituras dos anéis das vértebras. Os machos da espécie obtiveram coeficientes de variação ligeiramente maiores que as fêmeas, sendo a maior porcentagem de $21,5$ no anel 9 nos machos, enquanto que as fêmeas obtiveram a maior porcentagem de $19,3$ no anel 6 (Tabelas 39 e 40).

Através das medidas dos raios dos anéis (Ra) foi possível confirmar que houve uma diminuição do espaçamento entre os anéis quanto mais se aproximam da borda (Tabelas 41 e 42). As análises dos raios médios das vértebras aumentaram progressivamente conforme a quantidade de anéis observados (Figura 64). Também se detectou o deslocamento das distribuições de frequência dos raios dos anéis, confirmado pelo teste da mediana que foi significativo ($P < 0,001$), para ambos os sexos.

A hipótese do corpo proporcional (BPH) mostrou melhor ajuste à largura do disco observada que a hipótese do corpo proporcional (SPH). Em nenhuma das duas hipóteses foi detectado o fenômeno de Lee (Figura 65). No entanto, observa-se nas regressões da largura do disco retrocalculada (LDr) sobre o raio total (Rt) que os valores de r^2 possuem valores muito próximos, embora as distribuições de resíduos não sejam satisfatórias (Figuras 66 e 67).

Apesar disso, a hipótese do corpo proporcional (BPH) foi escolhida por apresentar os valores de largura do disco mais próximos do observado. Também as medidas da largura do disco retrocalculadas pela BPH resultaram em valores de coeficiente de variação por anel que não ultrapassaram 10%, para machos e fêmeas (Tabelas 43 e 44).

As larguras médias dos discos retrocalculados nas fêmeas variaram de 172 mm na idade 1 até 440 mm na idade 24. Nos machos as larguras médias retrocalculadas foram de 165 mm na idade 1 e 411 mm na idade 21. Para os sexos agrupados as médias das larguras retrocalculadas variaram de 169 mm na idade 1 e 440 mm na idade 24 (Tabelas 45, 46 e 47).

As fêmeas atingiram uma largura do disco assintótico ligeiramente maior que os machos, porém a estimativa do parâmetro de curvatura (k) foi semelhante entre os sexos, quando ajustada pelo modelo não linear de von Bertalanffy (Tabela 48). Através das Figuras 68 e 69 observa-se que as fêmeas atingiram a idade de 24 e os machos de 21 anos, e que não houve uma diferença significativa entre os parâmetros de crescimento, confirmada pelo teste de razão de verossimilhança (χ^2 : $P > 0,05$).

Como esperado, os índices de performance (ϕ') e a longevidade ($T_{m\acute{a}x}$) para sexos separados e agrupados foram muito semelhantes. As fêmeas com longevidade de 36,6 anos e os machos 34,4 anos (Tabela 49).

A. platana

As distribuições de frequência da largura do disco dos indivíduos que tiveram suas vértebras analisadas indicam que nas fêmeas ($n = 84$) os menores exemplares estiveram na classe de 200-250 mm e os maiores atingiram a classe de 600 - 650 mm, sendo que a maior frequência ocorreu entre 550-600 mm. Para os indivíduos machos da espécie os maiores e menores estiveram entre as classes de 200-250 e 500-550 mm respectivamente, com maior frequência nessa última classe. Para ambos os

sexos se observam distribuições assimétricas negativas, sendo mais acentuada nos machos que nas fêmeas. Há também uma forte sobreposição da largura do disco entre machos e fêmeas (Figura 70).

Na relação entre a largura do disco e o raio da vértebra, para fêmeas e machos, existe uma regressão positiva com os maiores valores do coeficiente de determinação para o modelo multiplicativo ($r^2 = 0,94$ e $0,87$) e linear ($r^2 = 0,93$ e $0,77$). O modelo exponencial, para ambos os sexos, apresentou os menores valores de r^2 ($0,90$ para as fêmeas) e ($0,76$ para os machos) e com a distribuição de resíduos curvilínea mais acentuada em relação aos outros modelos (Figuras 71 e 72). Apesar dos três modelos apresentarem uma distribuição de resíduos curvilínea o modelo escolhido foi o multiplicativo, para ambos os sexos e sexos agrupados (Tabelas 50, 51 e 52).

A análise inicial da variação do incremento marginal (IM) demonstrou um pico no mês de fevereiro (81%), porém a variação mensal não foi significativamente diferente (Kruskal Wallis: $P = 0,440$). A variação sazonal do IM também não foi significativa (Kruskal Wallis: $P > 0,05$). No entanto, assume-se que ocorre a formação anual de uma banda (anel opaco e translúcido), sendo o começo da formação do anel opaco a partir de março (Figura 73).

As observações do tipo de borda das vértebras não se mostraram precisas e, portanto não foram consideradas nas análises para validação da periodicidade na formação dos anéis de crescimento.

A consistência nas leituras dos anéis nas vértebras foi de 80%, observados através dos valores dos coeficientes de variação (CV%) das larguras do disco por anel para fêmeas e machos (Tabelas 53 e 54). Foi constatado, para machos e fêmeas, uma diminuição do espaçamento entre os anéis quanto mais próximos da borda (Tabelas 55 e 56). Também o comprimento do raio médio da vértebra por anel aumentou progressivamente (Figura 74). As distribuições de frequência dos raios dos anéis por sexo demonstraram um deslocamento significativo ($P < 0,001$), conforme o anel, pelo teste da mediana.

A hipótese da estrutura proporcional (SPH) se mostrou ligeiramente mais ajustada que a do corpo proporcional (BPH), não ocorrendo o fenômeno de Lee (Figura 75). No entanto, as regressões da largura do disco retrocalculada sobre o raio total os valores de $r^2 = 0,87$ são iguais para as duas

hipóteses e as distribuições de resíduos não apresentaram dispersões satisfatórias (Figuras 76 e 77).

Foi escolhida a hipótese da estrutura proporcional (SPH) por apresentar os valores de largura do disco mais próximos do observado. Além disso, o coeficiente de variação (CV%) da largura do disco médio retrocalculada em cada anel foi próximo de 20% nas idades iniciais, decrescendo para valores próximos a 6%, em ambos os sexos (Tabelas 57 e 58).

As larguras médias dos discos retrocalculados nas fêmeas variaram de 96 mm na idade 1 até 562 mm na idade 23. Nos machos as larguras médias retrocalculadas foram de 211 mm na idade 1 e 508 mm na idade 22. Para os sexos agrupados as médias das larguras retrocalculadas variaram de 217 mm na idade 1 e 566 mm na idade 23 (Tabelas 59, 60 e 61).

Os valores estimados dos parâmetros de crescimento pelo ajuste não linear de von Bertalanffy estão apresentados na Tabela 62 e as curvas de crescimento para sexos separados e agrupados na Figura 78. A comparação entre as curvas de crescimento para fêmeas e machos pelo teste de razão de verossimilhança demonstrou não haver um crescimento diferenciado significativo (χ^2 : $P > 0,05$) entre os sexos (Figura 79).

Os índices de performance ϕ' para sexos separados e agrupados foram muito semelhantes. No entanto, a longevidade $T_{m\acute{a}x}$ foi maior para as fêmeas (56,4 anos) que para os machos (51,3 anos), (Tabela 63).

A. castelnaui

Nas distribuições de freqüência da largura do disco dos indivíduos que tiveram suas vértebras analisadas, em ambos os sexos, se observam distribuições ligeiramente assimétricas negativas, sendo um pouco mais acentuada nos machos que nas fêmeas. Nas fêmeas ($n = 100$) os menores exemplares estiveram na classe de 100 -140 mm e os maiores atingiram a classe de 780 - 820 mm, sendo que as maiores freqüências ocorreram entre as classes 380 - 420 e 420 - 460 mm. Para os indivíduos machos ($n = 87$) da espécie os maiores e menores tamanhos estiveram entre as classes de 100 - 140 e 700 - 740 mm respectivamente, com maior freqüência entre 340 - 380 mm (Figura 80).

Através das Figuras 81 e 82 foi possível observar que entre a largura do disco e o raio da vértebra, em ambos os sexos, existe uma regressão positiva com os maiores valores do coeficiente de determinação (r^2) para o modelo multiplicativo e linear, sendo o modelo multiplicativo ligeiramente maior que o linear (0,96 para fêmeas e 0,97 para machos). O modelo exponencial apresentou o menor valor de r^2 (0,85) nas fêmeas com a distribuição de resíduos ligeiramente assimétrica em relação aos outros modelos. O modelo com melhor ajuste, pela inspeção da distribuição de resíduos, em ambos os sexos foi o multiplicativo, o mesmo ocorrendo para os sexos agrupados (Tabelas 64, 65 e 66).

Da mesma forma que na espécie anterior as observações do tipo de borda das vértebras não se mostraram precisas e, portanto não foram consideradas nas análises para validação da periodicidade na formação dos anéis de crescimento. As análises iniciais da variação do incremento marginal (IM) demonstraram picos no mês de janeiro (61,5%), mas o teste para a variação mensal não foi significativamente diferente (Kruskal Wallis: $P = 0,443$). Através do agrupamento sazonal das informações do IM foi possível observar que a maior porcentagem do incremento ocorre no verão, porém com baixa variação do IM ao longo das estações do ano, confirmada pelo teste de Kruskal Wallis ($P = 0,392$), com valor mínimo de 52% na primavera e máximo de 57% no verão. No entanto, é assumido o começo da formação do anel opaco a partir do outono e que ocorre apenas uma formação anual do anel opaco (Figura 83).

As fêmeas mostraram coeficientes de variação ligeiramente maiores que os machos, sendo no anel 14 o maior CV% (20) nas fêmeas e para o anel 9 CV% (19,3) nos machos. Os valores dos CV% das larguras do disco por anel para fêmeas e machos indicam 80% de consistência nas leituras dos anéis das vértebras (Tabelas 67 e 68).

As Tabelas 69 e 70 mostram que para ambos os sexos foram observados diminuição do espaçamento entre os anéis quanto mais aproxima da borda. Além disso, houve um aumento progressivo do comprimento do raio médio da vértebra por anel (Figura 84). O teste da mediana confirmou ser significativo ($P < 0,001$) o deslocamento das distribuições de frequência dos raios dos anéis para ambos os sexos.

Tanto os comprimentos retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) como a do corpo proporcional (BPH) se mostraram bem ajustados à largura do disco observada e não houve ocorrência para o fenômeno de Lee (Figura 85). No entanto, para as duas hipóteses, em ambos os sexos se observam, pelas regressões, que os valores de r^2 e suas respectivas distribuições de resíduos apresentam dispersões muito próximas, validando as duas hipóteses (Figuras 86 e 87). Nesse caso, optou-se pela SPH, que resultou nos menores coeficientes de variação (CV%) da largura do disco média retrocalculada em cada anel, com valores máximos de 17,6 e 19,2 para fêmeas e machos, respectivamente (Tabelas 71 e 72).

As Tabelas 73, 74 e 75 mostram as larguras de discos médias retrocalculadas. Nas fêmeas essas médias variaram de 144 mm na idade 1 até 717 mm na idade 29. Nos machos as larguras médias retrocalculadas foram de 148 mm na idade 1 e 702 mm na idade 30. Para os sexos agrupados as médias das larguras retrocalculadas variaram de 146 mm na idade 1 e 702 mm na idade 30.

Os valores estimados dos parâmetros de crescimento pelo ajuste não linear de von Bertalanffy e as curvas de crescimento para sexos separados e agrupados demonstram que as fêmeas atingiram uma largura do disco assintótico maior que os machos, sendo que o parâmetro de curvatura (k) foi maior para os machos. (Tabela 76 e Figura 88). O teste de razão de verossimilhança demonstrou não haver um crescimento diferenciado significativo (χ^2 : $P > 0,05$) entre os sexos. A Figura 89 mostra as curvas de crescimento para fêmeas e machos.

A Tabela 77 mostra que os valores do índice de performance (ϕ') para sexos separados e agrupados foram muito semelhantes. Porém, a longevidade $T_{máx}$ foi muito maior para as fêmeas (62,9 anos) que para os machos (43,4 anos).

Na Figura 90 observam-se as curvas de crescimento para sexos agrupados de *A. cyclophora*, *A. platana*, *A. castelnaui*, machos e fêmeas de *R. agassizi*, para efeito de comparação.

5.7 ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE TOTAL (M)

De forma geral as taxas de mortalidade natural para as quatro espécies foram comparativamente baixas e se observou que as estimativas foram sempre maiores para os machos, principalmente em *R. agassizi* e *A. platana*. Considerando todos os métodos utilizados entre as espécies, as maiores taxas estiveram com *A. cyclophora* e *R. agassizi* (Tabelas 78 e 79). A estimativa pelo método de Pauly apresentou taxas superiores daquelas obtidas pelos outros métodos. Como esperado, as taxas mais baixas foram apresentadas pelo método de Rikther e Efanov, apenas em *A. castelnaui* essas estimativas foram excluídas, em razão de não se ajustarem aos altos valores da idade de primeira maturação (Tabelas 80 e 81).

5.8 ESTIMATIVA DO TAMANHO ÓTIMO (LARGURA DO DISCO) DE CAPTURA (LD_{OP})

Para as quatro espécies, o valor para o tamanho ótimo de captura, seguiu a ordem: *A. castelnaui* > *A. platana* > *A. cyclophora* > *R. agassizi*. Considerando os valores do tamanho ótimo intraespecífico, como esperado as fêmeas tiveram numericamente os maiores valores (Tabela 82).

5.9 ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE TOTAL (Z) E SOBREVIVÊNCIA (S)

As estimativas da taxa instantânea de mortalidade total (Z) em geral foram comparativamente baixas para todas espécies e sexos. No entanto, para *R. agassizi* essas taxas foram diferenciadas entre os sexos, onde os machos apresentaram uma taxa de (Z) quase o dobro das fêmeas ($0,267 \text{ ano}^{-1}$) e a sobrevivência de 76,5% (Tabela 83).

Para as fêmeas de *A. cyclophora* as estimativas das taxas pouco variaram entre 2001 e 2003 de 0,100 a $0,127 \text{ ano}^{-1}$, respectivamente e as taxas de sobrevivência estiveram próximas a $89\% \text{ ano}^{-1}$. Porém, nos machos houve um maior aumento nessa taxa que passou de 0,0964 para $0,218 \text{ ano}^{-1}$, correspondendo a uma diminuição na taxa de sobrevivência de 10% entre os anos de 2001 e 2003 (Tabela 84).

Nas fêmeas de *A. platana* a estimativa aumentou de $0,114 \text{ ano}^{-1}$ no ano de 2001 para 0,110 em 2003, com pouca alteração na taxa de sobrevivência (S), aproximadamente $89,0\% \text{ ano}^{-1}$. Os machos dessa espécie apresentaram a

maior taxa $0,161 \text{ ano}^{-1}$ em 2001, correspondendo a uma maior variação de (S) de 85,1 para $90,9\% \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 85).

A estimativa das taxas (Z) e (S) no período 2001/2003 para *A. castelnaui* foram semelhantes entre fêmeas e machos de aproximadamente $0,08 \text{ ano}^{-1}$ e 92%, respectivamente (Tabela 86).

5.10 ESTIMATIVA DA TAXA DE MORTALIDADE POR PESCA (F), EXPLOTAÇÃO (E) E O RENDIMENTO-POR-RECRUTA (Y'/R).

Para a estimativa da taxa instantânea de mortalidade por pesca (F) foram utilizados os valores de *M*, obtidos a partir do método de Rikther e Efanov. Exceção para *A. castelnaui* que foi utilizada a estimativa de *M* a partir de Taylor, as demais taxas foram descartadas, visto que excedem o valor da taxa de mortalidade total (Z).

Para *R. agassizi*, no período 2001/2003, os machos apresentaram as maiores taxas de mortalidade por pesca (F_{atual}), de exploração (E_{atual}) e de rendimento-por-recruta (Y'/R) que as fêmeas. Apenas os machos apresentaram o $F_{\text{atual}} = 0,206 \text{ ano}^{-1}$, ligeiramente superior a $F_{0,1} = 0,201 \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 87, Figuras 91 e 92).

Em *A. cyclophora*, para os machos as taxas repetiram em 2003 o mesmo padrão de 2002, isto é, F_{atual} de $0,133 \text{ ano}^{-1}$, $E_{\text{atual}} = 0,610 \text{ ano}^{-1}$ e $Y'/R = 0,076 \text{ ano}^{-1}$. Os valores de F_{atual} estiveram abaixo de $F_{0,1}$, para fêmeas e machos (Tabela 88). As estimativas das taxas em relação aos anos amostrados estiveram maiores em 2003 para fêmeas e machos, observa-se ainda que os valores de $Y'/R_{\text{máx}}$, entre os períodos, foram semelhantes para as fêmeas (Figuras 93 e 94).

Para *A. platana*, somente as fêmeas apresentaram os valores de E_{atual} e F_{atual} superiores a $E_{\text{máx}}$ e $F_{\text{máx}}$, sendo que o maior valor de F_{atual} foi em 2002 ($0,103 \text{ ano}^{-1}$) (Tabela 89). Os machos apresentaram maior variação nas taxas de E_{atual} e de F_{atual} que as fêmeas e essas taxas diminuíram entre 2001 e 2003 (Figuras 95 e 96).

Em *A. castelnaui* as fêmeas apresentaram as maiores taxas para E_{atual} , F_{atual} e Y'/R que os machos, inclusive com o valor de F_{atual} ($0,035 \text{ ano}^{-1}$) próximo de $F_{0,1}$ ($0,038 \text{ ano}^{-1}$) (Tabela 90, Figuras 97 e 98).

6. DISCUSSÃO

6.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISE DAS PESCARIAS

Devido à diminuição dos estoques das espécies preferenciais, a pesca mundial de Rajidae no mundo vem aumentando. Assim, em vários países da Europa e América do Norte, alguns representantes de Rajidae configuram entre os elasmobrânquios em maior quantidade nos desembarques (Serena *et al.* 2005). Na América do Sul, países como Uruguai e Chile abriram concessão para a captura de Rajidae pela frota coreana. O mesmo ocorreu nas Ilhas Falklands/Malvinas, onde a pesca foi dirigida quase que exclusivamente para os rajídeos, a partir de 1989 ocasionando rápido declínio de algumas espécies, sendo necessário implementar sérias medidas de manejo desde 1994 (Agnew *et al.* 1999).

Mesmo com esse incremento nas capturas, a estatística pesqueira da maioria dos países que comercializam Rajidae, com exceção da França, continua agrupando por categorias (Dulvy *et al.* 2000). Além disso, essa falta de diferenciação das espécies comercializadas torna-se problemático em detectar flutuações no tamanho dos estoques e a implementação de planos de manejo (Sulikowski *et al.* 2003).

No Brasil, o desembarque de Rajidae não foi expressivo até 1998, devido aos baixos preços de mercado (Casarini, 1999). No entanto, a exportação de Rajidae para a Coreia do Sul e China se tornou uma realidade a partir de 1999, seguindo a tendência do que já ocorria em outros países da América do Sul (Julio Lamilla, Universidad Austral de Chile, com. pes.).

As espécies desembarcadas com propósito de exportação foram *Atlantoraja cyclophora*, *A. platana*, *A. castelnaui* e somente indivíduos com maior tamanho de *Rioraja agassizi*. Os principais locais de desembarque de pescado onde se registrou a presença dessas espécies foram na costa sudeste e sul (Niterói - RJ, Guarujá-SP, Santos-SP, Itajaí-SC e Rio Grande-RS). Nos Estados de São Paulo e Santa Catarina, a estatística pesqueira agrupou esses peixes nas categorias “raias”, “raias-emplastro” ou “emplastros” (UNIVALI, 2003; Ávila-da-Silva *et al.* 2005). As estatísticas das capturas agrupadas tendem a exibir um padrão estável em comparação a outros elasmobrânquios, encobrendo possíveis diminuições ao nível de espécie (Dulvy *et al.*, op.cit).

Conforme aumentou a demanda para exportação de Rajidae, por parte das indústrias, houve uma tendência de maior aproveitamento pelas embarcações de arrasto, ocorrendo uma ligeira elevação no preço. Algumas indústrias de beneficiamento de pescado em Santos, para incrementar as exportações, também compraram raias que haviam sido descarregados em Niterói (RJ) e Itajaí (SC).

No primeiro período (1995-97) as pescarias foram mais dispersas ao longo da costa sudeste e sul e não ultrapassaram a isóbata de 100 m, visando a pesca do camarão rosa (*Farfantepenaeus* spp). No segundo período (2001-03), houve um deslocamento de parte da frota de arrasto duplo para águas mais profundas, se concentrando em determinadas áreas para a captura de peixe-sapo, congro-rosa, linguados, abrótea, entre outros recursos. Essa transição de pescarias implicou em algumas modificações no petrecho de pesca, principalmente nos panos, que tiveram também as malhas aumentadas para 45 mm.

As amostragens foram realizadas de forma diferenciada, sendo que no primeiro período o material biológico amostrado se encontrava íntegro, coletado especificamente para a pesquisa. As amostragens no segundo período foram geralmente realizadas a partir das carcaças evisceradas das raias, diretamente nas indústrias de beneficiamento, aumentando o volume do material, além da praticidade, periodicidade e se complementaram com aqueles obtidos nos locais de desembarque.

As embarcações de arrasto duplo, responsáveis pela maioria dos desembarques de Rajidae, atendiam orientações dos armadores para que as raias fossem aproveitadas em determinadas viagens, com o intuito de suprir as indústrias de beneficiamento para exportação.

A participação dos Rajidae na cadeia produtiva do pescado representou 7% da captura total (kg) das embarcações de arrasto duplo amostradas, com a pesca dirigida para os peixes demersais e que aproveitavam essas raias para exportação. As porcentagens espécie-específico mostram que a partir de 2002, houve um predomínio de *A. cyclophora* nos desembarques e nas indústrias de beneficiamento. As diferenças entre os percentuais, dos desembarques e das indústrias, ocorreram devido à entrada de carcaças oriundas de outras localidades, tais como, Itajaí e

Niterói, diretamente para a indústria. No entanto, se observou para *A. castelnaui* uma diminuição de 21% nos desembarques amostrados e com percentuais menores de participação a cada ano nas indústrias, possivelmente pelos maiores preços alcançados no mercado interno, em relação às outras espécies de Rajidae, tendo como consequência uma menor participação na exportação.

Mancini & Casarini (2005), nos desembarques de Guarujá estimaram o valor de 1,8% de “raias-emplastros” da captura total (13200 kg de raias em 69600 kg de captura total), através de trinta entrevistas realizadas de março a outubro de 2005, observando para essa categoria 65% de *A. cyclophora*, 23% de *A. platana*, 8% de *A. castelnaui* e 4% de *R. agassizi*. A diferença na porcentagem de participação dos emplastros em relação à captura total se deve ao fato que nesta última estimativa também foram consideradas as embarcações que aproveitavam esporadicamente os emplastros. As estimativas das porcentagens espécie-específico estiveram semelhantes, porém com *R. agassizi* tendo uma maior participação. Dessa forma, os valores acabam se aproximando mais das estatísticas pesqueiras dos Estados de Santa Catarina e São Paulo, aonde a participação dos “emplastros” desde 2001 vem representando valores ao redor de 1% da produção total anual.

Em Santa Catarina, por exemplo, a produção de “raias-emplastros” foi em 2001 (1047 t) e 2002 (1409 t). Em relação à produção total esses valores representaram apenas 1%, mas com um incremento de 35% de 2001 para 2002, seguindo uma tendência de queda a partir de 2003 (1027 t), pouco menos de 1% em relação ao total. Valores semelhantes foram observados por Cedrola *et. al.* (2005) para a pesca do camarão vermelho (*Pleoticus Muelleri*) na costa da Patagônia, pela frota de arrasto duplo, no período de um ano (2000 a 2001), a captura de aproximadamente 1000 t de Rajidae como espécies acessórias.

As empresas Villa Pescados Ltda e Tayo Industria da Pesca S/A, sediadas em Santos, forneceram dados sobre a exportação das nadadeiras peitorais (asas) de raias beneficiadas e congeladas em caixas de 20 kg para a Coréia do Sul, mostraram em 2001 (87 t), 2002 (99 t) e 2003 (116 t até julho). A estatística pesqueira do Estado de São Paulo indicou para o ano de 2002 uma produção na categoria “raias-emplastros” de apenas 8,7 t e na categoria “raias”

de 138 t, sendo que essa última categoria agrupou Rajidae com outras famílias de batoídeos, mas que representaram apenas uma pequena parcela do total da categoria.

Durante as amostragens foi possível identificar um mercado interno para consumo humano de Rajidae no Estado de São Paulo, principalmente de *A. castelnaui*, que são encaminhadas ao CEAGESP e se destinam ao varejo em feiras livres, onde são fatiadas em cubos e vendidas como “carne de cação” (obs. pes. do autor). Essa situação é um sério agravante para a conservação de *A. castelnaui* que se encontra na lista vermelha de animais em perigo de extinção, porque um produto “mascarado” não dá o poder de escolha para um consumidor mais preocupado com a conservação dos recursos marinhos. Em Santa Catarina no município de Governador Celso Ramos os rajídeos são utilizados para a produção da polpa de carne prensada e congelada (obs. pes. do autor). Segundo Oddone & Vooren (2005) na cidade de Rio Grande existe um consumo local para *A. cyclophora* entre outros rajídeos e também são utilizados no processamento junto com carne de siri (*Callinectes* spp).

A quantidade de raias desembarcadas entre 2001 e 2003 variou mais em função da necessidade do mercado asiático que dos resultados das pescarias, apesar do baixo valor de mercado em relação às outras espécies. Isso se confirmou nas análises das pescarias, onde para as capturas de Rajidae não houve relação com o esforço, profundidade, latitude e ano, exceção para *A. cyclophora* em que a profundidade e a latitude aparentemente foram importantes para as capturas. Possivelmente devido *A. cyclophora* ser a espécie, dentre as estudadas, com maior amplitude batimétrica de distribuição pela área de pesca das embarcações amostradas e suas capturas naturalmente sofreram maior variação, isto é, apesar do registro de ocorrência, neste estudo, até 265 m de profundidade, as maiores capturas se concentraram na faixa de 100 a 150 m de profundidade entre as latitudes 24° 00' S e 25° 00' S. No entanto, Oddone & Vooren (2004), para a costa sul do Brasil constataram através de cruzeiros oceanográficos a ocorrência dessa espécie de 100 a 300 m de profundidade, porém sem uma diferença estatisticamente significativa na abundância (CPUE; kg/h), entre os estratos de profundidade e latitude.

As áreas de captura de Rajidae, amostradas durante o segundo período de coleta, pelas embarcações de arrasto duplo dirigido aos recursos demersais foram mais intensas ao longo do gasoduto, com aproximadamente 200 km de extensão, que escoia a produção de gás da plataforma de Merluza (PLMZ) para o continente. As pescarias nessas áreas ocorreram com o propósito de capturar polvo (*Octopus vulgaris*) e geralmente essas embarcações variaram a profundidade sazonalmente, no inverno em águas mais profundas e durante o verão mais próximas à costa, provavelmente acompanhando a movimentação da ACAS.

As capturas por dias de pesca estimada pelos mapas de bordo para *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui* refletem a produção desembarcada, que para a maioria das embarcações amostradas, variaram entre 100 e 500 kg por dias de pesca, para cada uma dessas espécies.

O baixo valor agregado (R\$ 0,70 a 1,30/kg), mesmo com as modificações no tipo de corte das carcaças, sugere ser um dos fatores que impediram uma maior pressão pesqueira em Rajidae. No entanto, a demanda do mercado externo, principalmente asiático, pode alterar substancialmente essa aparente “estabilidade” na produção a curto e médio prazo, como vem ocorrendo com outros recursos marinhos (Clarke, 2004).

Nas pescarias realizadas pelas embarcações de arrasto duplo que não aproveitam Rajidae (eg captura de *Farfantepenaeus* spp), fazem o descarte de exemplares de menor tamanho de Rajidae (Casarini, 1999). O descarte ocorre geralmente só após a escolha do pescado (entre 30 e 60 minutos) e são forçados para fora por minúsculas aberturas nas bordas dessas embarcações (obs. pes. do autor). Se durante a despesca ocorrer uma rápida devolução desses peixes, pelo menos em *R. agassizi*, a sobrevivência estará próxima de 25%. Contudo, as condições do petrecho, a duração do arrasto e a rápida devolução dos peixes ao mar determinam uma maior ou menor sobrevivência. Laptikhovsky (2004) realizou estudo semelhante a bordo de embarcação de arrasto de popa nas Ilhas Falklands/Malvinas, porém o processo de “ressuscitamento” foi em caixas com água do mar corrente. A maior porcentagem de sobrevivência, entre sete espécies avaliadas, atingiu 59%, principalmente aquelas capturadas em áreas mais rasas (eg *Psammobatis* sp).

6.2 RELAÇÕES BIOMÉTRICAS INTRAESPECÍFICA E A ESTIMATIVA DO PESO CORPORAL A PARTIR DAS CARÇAÇAS

Entre os dois períodos amostrados, houve um ligeiro aumento na frequência das classes de maior largura de disco (LD), para as quatro espécies estudadas. Assim, prevaleceram as maiores frequências para as classes de maior tamanho. Oddone & Vooren (*op.cit.*) também observaram, para machos e fêmeas de *A. cyclophora* na costa sul, maior ocorrência de indivíduos de maior tamanho.

No segundo período, houve um aumento na frequência de indivíduos com menor tamanho, principalmente de fêmeas, para *A. cyclophora* e *A. platana*. Esse incremento nas extremidades da distribuição de frequências da LD, entre os períodos amostrados, possivelmente reflete as mudanças ocorridas nas áreas de pesca discutidas anteriormente. As áreas mais costeiras há várias décadas vêm sofrendo o impacto dos arrastos de parelha na captura de peixes demersais e o arrasto duplo dirigido à pesca do camarão rosa (*Farfantepenaeus* spp).

Assim, muitas espécies podem buscar refúgio em águas mais profundas, aliada a disponibilidade de alimentos entre outras variáveis (Casey & Myers 1998, Dulvy & Reynolds 2002). Aparentemente os neonatos e juvenis, para as quatro espécies estudadas, não foram tão susceptíveis aos aparelhos de pesca empregados nos arrastos. Contudo, nas classes de menor tamanho, houve um aumento na frequência de indivíduos, durante o segundo período, que pode estar associado às áreas de capturas próximas de berçários, além dos 100 m de profundidade.

Ocorreu uma variação do peso total em relação à LD, para as quatro espécies, sendo que as fêmeas sempre foram mais pesadas que os machos. Isso ocorreu também com as carcaças, porém, para algumas espécies e dependendo do tipo de corte empregado.

Até o momento não foi encontrada qualquer referência que contemple o estudo de carcaças em Rajidae para a estimativa do peso total corporal.

Em Rajidae utilizada para consumo humano, geralmente se aproveitam somente as nadadeiras peitorais (asas). Assim, os trabalhos de Tomás & Tutui (1991) e Vooren *et al.* (2003) se referem às carcaças de Rajidae

apenas com um tipo de corte, como aquele do tipo II. No entanto, o tipo de corte se modificou ao longo desse estudo pela exigência do mercado para exportação, na separação total das nadadeiras peitorais, para reduzir os custos e os resíduos, bem como o tempo de beneficiamento (remoção de cartilagens da cintura pélvica, vértebras, pele e espinhos).

O destino final dos resíduos das carcaças, ou mesmo de carcaças inteiras, que não puderam ser aproveitadas pela indústria devido à baixa qualidade do produto, foram conservadas em câmara frigorífica e semanalmente transportadas para Itanhaém (SP) na usina de farinha de peixe para ser utilizada na produção de ração animal (obs. pes. do autor).

Foi possível quantificar dentro de cada elo da cadeia produtiva a participação da categoria “raias-emplastros”, através dos percentuais de peso da carcaça para cada tipo de corte em relação ao peso total. Por exemplo, para se exportar 99 t de raias em 2002 foi estimado 175 t de raias capturadas, que após o processamento a bordo, restaram 107 t de carcaças desembarcadas e transportadas para beneficiamento na indústria, seguindo as exigências do importador, obtendo finalmente o montante exportado (99 t) e provavelmente foi ainda enviado para a usina de farinha de peixe 8 t de resíduos.

A diferença de apenas 5% em peso, em média, entre os cortes tipos II e III fez com que muitas tripulações das embarcações adotassem esse último corte, aumentando proporcionalmente o preço por quilo de carcaça.

6.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS

Na proporção sexual encontrada para as quatro espécies as fêmeas predominaram nas capturas, com exceção para *A. castelnaui* em 2002. Ebert (2005), não encontrou diferenças significativas entre juvenis de oito espécies do gênero *Bathyraja* no Mar de Bering. Porém, neste estudo, entre os indivíduos adultos houve o predomínio de machos para a maioria das espécies, quando ocorreram diferenças significativas foram apenas nas classes de maior tamanho. As diferenças significativas encontradas na proporção sexual podem também estar relacionadas com capturas em áreas utilizadas para oviposição em determinadas épocas do ano resultando no predomínio de fêmeas e a conseqüente segregação sexual. Contudo, deve-

se considerar o interesse da pesca em selecionar os espécimes de maior tamanho, que geralmente são alcançados pelas fêmeas.

As diferenças na proporção sexual em Rajidae podem estar associadas às variações geográficas, de profundidade, temperatura, salinidade e habitat (McEachran & Musik, 1975; Compagno *et al.* 1991). Braccini & Chiaramonte (2002) observaram uma diferença sazonal significativa na proporção sexual em *Psammobatis extenta*, com fêmeas adultas mais abundantes durante o verão na costa da Argentina. Em *Sympterygia bonapartii* os juvenis são mais comuns na primavera e inverno, enquanto os adultos são mais comuns no verão e outono para o norte da Argentina e Uruguai (Mabragaña *et al.* 2002). Entretanto, Oddone & Vooren (2004) não encontraram diferenças estatísticas significativas na proporção sexual para *A. cyclophora* na costa sul do Brasil. O mesmo ocorre com *A. platana*, também da costa sul do Brasil, através dos estratos de profundidade que, porém foi estatisticamente significativa durante o verão (Marçal 2003).

São poucos os trabalhos de reprodução para Rajidae no mundo, quando comparado com a quantidade de espécies existentes. No mar mediterrâneo, na costa da Tunísia, os trabalhos de Capapé (1974, 1976 e 1980) sobre a biologia de *Raja radula*, *R. clavata* e *R. asteris* se tornaram referência até os dias de hoje, dada à escassez de literatura sobre o assunto. Porém nas últimas décadas surgiram estudos para algumas espécies, principalmente de clima temperado e frio do hemisfério norte, com destaque para a Europa e América do Norte, onde há uma pressão pesqueira mais intensa sobre Rajidae (Ebert *op.cit.* e Sulikowski *et al.* 2005).

Os estudos sobre reprodução para *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui*, foram realizados com espécimes da costa sul do Brasil (Marçal *op. cit.*, Oddone *et al.* 2005a, Oddone & Vooren *op.cit.*).

A morfologia externa de Rajidae propicia alguns indicativos importantes sobre a maturidade sexual que aliada aos aspectos fisiológicos do aparelho reprodutor, torna-se uma ferramenta útil para a estimativa da primeira maturação sexual (LD₅₀). Nos espécimes machos a quantidade de fileiras dos espinhos alares e a rigidez do cláspere foram observadas em muitos estudos e auxiliaram na determinação da maturidade sexual

(Templeman 1987 e Mabragaña *et al.* 2002). Nas fêmeas, o peso do fígado relacionado com o peso corporal (IHS) é amplamente utilizado nos estudos sobre reprodução de elasmobrânquios, inclusive nos trabalhos de Ebert (*op.cit.*) e Sulikowski *et al.* (*op.cit.*). Apesar dessa constância na utilização do IHS como auxílio, principalmente na determinação do período de desova, não foi encontrada nenhuma referência que contemple as alterações no aspecto visual do fígado, como diagnóstico perceptível do estado de maturação sexual em elasmobrânquios.

No presente estudo, as fêmeas de menor tamanho tinham o fígado variando da cor amarela ao marrom, porém de matiz clara e a partir de determinado tamanho corporal, que variou entre as espécies, o aspecto do fígado passou a ser de matiz escura, predominando a cor preta e a cinza. Essas alterações no aspecto visual possivelmente ocorreram devido às modificações bioquímicas no fígado relacionadas com as reservas lipídicas e protéicas alocadas para o crescimento do ovócito (Mellinger & Wrisetz 1989 e Sulikowski *et al.* 2005).

Foi observada uma grande quantidade de carcaças para as quatro espécies em que havia a presença do fígado, ou pelo menos parte dele, na qual essa característica foi percebida e estatisticamente testada, mostrando resultados satisfatórios para classificar o estágio de maturação sexual para as fêmeas. No entanto, é recomendável que os resultados obtidos para a estimativa da primeira maturação sexual com base apenas nas características sexuais secundárias sejam vistos com cautela, exigindo estudos mais específicos sobre a reprodução.

Os valores de L_{50} obtidos neste estudo, utilizando apenas os caracteres sexuais secundários, podem ser comparados com aqueles valores obtidos a partir de estudos mais específicos sobre o aparelho reprodutor. Para tanto, as medidas das larguras do disco da primeira maturação sexual (L_{50}), obtidas neste estudo, foram convertidas em comprimento total (Tabela 91). Os resultados são semelhantes, demonstrando a viabilidade das estimativas do tamanho de primeira maturação sexual a partir das carcaças. Entretanto, esses estudos utilizados para comparação foram restritos aos espécimes da costa sul e isso pode implicar em variações nos tamanhos dos indivíduos. Além disso, os

resultados deste estudo sugerem uma tendência mais conservativa, possivelmente pela utilização apenas dos caracteres sexuais secundários, que comparativamente as características do aparelho reprodutor, são encontrados nos indivíduos de maior tamanho aptos para a reprodução.

Para as quatro espécies aqui estudadas os tamanhos de primeira maturação sexual foram semelhantes entre machos e fêmeas, com tendência das fêmeas maturarem com tamanhos superiores aos dos machos. Zeiner & Wolf (1993) encontraram essa mesma relação para *Raja rhina* e *R. binoculata* na Califórnia. De forma contrária, Ebert (*op.cit.*) observou para sete espécies do gênero *Bathyraja* tamanhos de primeira maturação semelhantes entre machos e fêmeas no mar de Bering. Também foram semelhantes nos estudos de Braccini & Chiaramonte (*op.cit.*) para *Psammobatis extenta* e Mabragaña *et al.* (*op.cit.*) para *Sympterygia bonapartii*, ambas na América do Sul.

A primeira maturação sexual ocorreu em uma estreita faixa de tamanho para as quatro espécies estudadas, sugerindo uma curta fase de transição de juvenis para adultos que a partir daí começam a apresentar um crescimento muito mais lento. Isso porque para todas as espécies, em ambos os sexos, o tamanho da primeira maturação sexual correspondeu há $\geq 85\%$ do tamanho máximo, sendo que em *A. castelnaui* representou para fêmeas e machos, respectivamente 90% e 88%. Segundo Holden (1974) a maioria dos elasmobrânquios maturam entre 60 e 90% do seu tamanho máximo.

Cailliet & Goldman (2004) analisaram várias referências e definiram as idades de 4 a 13 anos para atingir a maturidade sexual em Rajidae. Através da Tabela 92 é possível comparar as idades de primeira maturação sexual (T_{mat}) para cada espécie deste estudo com outras referências. Dessa forma, as larguras de disco estimadas para a primeira maturação sexual (LD_{50}), neste estudo, correspondem aproximadamente às idades acima de 10 anos, para todas as espécies e sexos, mesmo considerando os indivíduos de maior tamanho que a média, para uma dada idade. Assim, as faixas etárias correspondentes a primeira maturação sexual, para machos e fêmeas variam aproximadamente de 2 a 5 anos, dependendo da espécie,

entre o surgimento dos primeiros indivíduos precoces com tamanhos superiores à média para a idade de maturação.

6.4 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DAS MARCAS DE CRESCIMENTO

As estruturas rígidas utilizadas em elasmobrânquios para estudos de crescimento geralmente são vértebras, espinhos, arco neural e espinho caudal (Cailliet & Goldman, 2004). A escolha da vértebra neste estudo, para as quatro espécies, se deve ao fato de ser a estrutura mais consistente e com maior número de réplicas. Além disso, a maior parte dos estudos sobre o assunto utilizou a vértebra para a estimativa da idade e dos parâmetros de crescimento. A localização na coluna vertebral do peixe de onde são obtidas as amostras para a estimativa da idade pode ter um efeito estatisticamente significativo sobre a contagem dos incrementos (Officer *et al.*, 1996). Este estudo priorizou essa questão padronizando o segmento da coluna vertebral de onde foram extraídas as vértebras, permitindo uma comparação válida e mais precisa entre os indivíduos amostrados. A manutenção da coleção de vértebras congeladas sem aditivos químicos, propiciou a sua preparação para vários testes que foram importantes na verificação das marcas de crescimento.

A vértebra inteira quando observada limpa, ou seja, sem os tecidos aderidos, apresentou dois cones ligados em forma de “X”, sendo que na face interna de cada cone geralmente revelaram círculos concêntricos que vistos com a luz incidente apareceram com tonalidade escura (zona opaca), intercalada com outros de tonalidade clara (zona translúcida). Quando a vértebra inteira era corada com substâncias que tinham afinidade química com o cálcio, tais como vermelho de alizarina e nitrato de prata, as zonas opacas ressaltavam mais o corante, sugerindo maior concentração de cálcio depositado nessas zonas.

A maioria dos testes realizados com a vértebra inteira não respondeu de forma satisfatória pela falta de precisão, provavelmente devido às variações dos próprios tratamentos químicos, ou seja, quanto maior o número de etapas no tratamento empregado nas estruturas menor a precisão. A vértebra, devido ao seu pequeno diâmetro, principalmente em *R.*

agassizi, dificultou também a eficiência das preparações. A técnica da desidratação, desenvolvida neste estudo, surgiu como uma alternativa rápida de baixo custo que proporcionou maior nitidez, porém se detectou uma alteração estatisticamente significativa no diâmetro da estrutura após o tratamento, resultando em deformações e conseqüente modificação das distâncias entre as marcas de crescimento. Os resultados dos testes com corantes nas estruturas inteiras variaram muito, em função do tipo da técnica empregada e o do tamanho da vértebra em relação as espécies estudadas. Entre os corantes testados em cada tratamento o açafraão, geralmente utilizado na culinária, apresentou resultados satisfatórios, possivelmente por ter alguma afinidade química com o cálcio das zonas opacas. Porém, esses resultados estiveram restritos às estruturas de maior diâmetro. As radiografias, além da praticidade, apresentaram resultados consistentes para as vértebras de menor diâmetro. No entanto, para aumentar a definição das marcas de crescimento que estão mais próximas da borda, seria necessário um filme revelador de alto contraste e de um aparelho de RX com ampola de direcionamento mais próximo do alvo.

Os testes com cortes finos utilizando diferentes espessuras, em várias partes da vértebra e com diferentes corantes apresentaram os melhores resultados, tanto pela praticidade como nitidez das marcas de crescimento. Os cortes tiveram sua eficiência aumentada quando a serra adiamantada era ajustada para 0,2 mm de espessura e atingia exatamente o centro de ligação entre os dois cones na posição sagital. Os corantes utilizados nos testes, apesar de certa eficiência relativa, na prática pouco acrescentaram no aumento da nitidez das marcas, sendo, portanto dispensável sua aplicação.

6.5 CORTE SAGITAL DAS VÉRTEBRAS

Os cortes sagitais de 0,2 mm de espessura ao centro da vértebra e sem o uso de corantes proporcionaram maior rapidez na preparação das lâminas permanentes para posterior leitura das marcas. Esse tipo de tratamento também foi utilizado por Sulikowski *et al.* (2005), sendo apropriado para todas as espécies estudadas, resultando em uma relação linear positiva entre o tamanho do peixe e o diâmetro da vértebra.

Atualmente vários estudos vêm demonstrando essa tendência na utilização dos cortes com serras especiais que muitas vezes seguem com polimento com lixas finas para melhor acabamento final (Cailliet & Goldman *op.cit.*, Casarini *et al.* 2003).

Apesar dos esforços empreendidos através dos vários testes utilizados, tanto para a vértebra inteira como nos cortes, não foi possível obter resultados consistentes na visualização das marcas de crescimento das estruturas < 2,0 mm de diâmetro, ou seja, para os indivíduos juvenis das quatro espécies estudadas. A definição do tipo de borda da vértebra, opaca ou hialina, em todos os testes realizados, também não foi consistente, demonstrando a necessidade de maiores estudos das técnicas empregadas.

Para se estimar a idade nas quatro espécies estudadas foi utilizado como estrutura rígida a vértebra, visto que existiu uma relação linear entre o tamanho das raias e seu diâmetro, indicando que as vértebras cresceram proporcionalmente ao tamanho das raias para todas as classes de largura de disco (Kusher *et al. in* Sulikowski *et. al.*, 2003).

6.6 ESTUDO DA IDADE E CRESCIMENTO

Em toda a literatura sobre o estudo da idade e crescimento em Rajidae não foi encontrada nenhuma referência para *R. agassizi*, *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui*. A maioria dos estudos se refere a Rajidae do hemisfério norte, principalmente América do Norte e Europa.

O tamanho das amostras (n) e as classes de largura de disco estiveram bem representados, para as quatro espécies estudadas, condizentes com a maioria dos trabalhos relativos ao assunto (Sulikowski *et. al. op.cit.*, Sulikowski *et al.*, 2005, Cailliet & Goldman, *op.cit.*).

O valor médio do CV < 15% obtidas todas as espécies neste estudo demonstrou estar de acordo com outros estudos em vértebras de elasmobrânquios, com valores médios de CV > 10% (Campana, 2001). Os maiores percentuais de CV estiveram com as classes de menor tamanho, possivelmente pelo crescimento mais rápido e diferenciado dos juvenis em relação à idade. Dessa forma, as espécies que atingiram maior tamanho corporal tiveram CV médio proporcionalmente maior, como *A. platana* e *A. castelnaui*.

Para as quatro espécies estudadas as análises do ritmo sazonal de crescimento através do incremento marginal (IM) não foram estatisticamente significativas. Além disso, para alguns meses não foi possível obter amostras representativas, dificultando a estimativa da época de formação da banda opaca. No entanto, foi assumido o padrão anual de formação da banda opaca, seja pela tendência dos resultados obtidos ou pela literatura que mostra para a maioria dos estudos da idade e crescimento de Rajidae em águas temperadas uma periodicidade anual na formação do anel de crescimento e, assim a formação da banda opaca ocorreria entre agosto e setembro (final do inverno) (Zeiner & Wolfe, 1993; Walmsley-Hart, *et al.* 1999). No entanto, as análises de IM deste estudo sugerem, para a maioria das espécies, que o início de formação da banda opaca ocorreu a partir do outono, com exceção para *R. agassizi*, que provavelmente se iniciou na primavera.

Segundo Liu *et al* (1997), em geral para os elasmobrânquios a temperatura seria um fator importante na formação dos anéis de crescimento.

Estudos suplementares comparativos são indicados, através de outras estruturas de aposição (eg espinhos), além de outros métodos de validação, tais como, marcação e recaptura, radiocarbono, tipo de borda ou radiografias, para a determinação da periodicidade temporal de formação das bandas de crescimento (Cailliet & Goldman *op. cit*).

A variação anual na deposição de material na borda da vértebra pode ser influenciada por uma série de fatores, tais como fenômenos oceanográficos sazonais, alterando as características do ambiente, mudanças na dieta, a época de reprodução ou ainda processos endógenos de absorção de cálcio (Welden *et al.*, 1987).

Segundo Castro & Miranda (1998) os meandros da Corrente do Brasil (CB) ao longo da quebra de plataforma provocam vórtices frontais entre a Água Costeira (AC) e a Água Tropical (AT) propiciando a intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) sobre a plataforma continental. As áreas habitadas por *A. cyclophora* e *A. platana* têm como característica oceanográfica a presença da ACAS, com temperatura que varia de 10 a 20° C e salinidade de 35 a 36 ups. A distribuição dessas espécies em águas

temperada e fria da plataforma e do talude superior as inclui no padrão descrito para Rajidae (Oddone & Vooren, 2004; Marçal, 2003). Possivelmente *R. agassizi* e *A. castelnaui*, também sofrem a influência sazonal da ACAS, principalmente no final da primavera e durante o verão quando essa massa d'água penetra sobre a plataforma interna.

Pelo fato dessas espécies serem residentes, ou seja, não realizam grandes migrações, a disponibilidade e a variabilidade de presas deve estar condicionada à movimentação da ACAS. Segundo Muto *et al.* (2001) para *R. agassizi*, o mais abundante braquiúro na sua dieta ocorre concomitante com a intrusão da ACAS na plataforma interna.

Os estudos sobre a reprodução de *R. agassizi*, *A. cyclophora* e *A. platana* sugerem ciclos anuais de reprodução, porém sem um período definido, ocorrendo em toda a área de distribuição (Ponz Louro, 1995; Oddone & Vooren, *op.cit.*; Marçal, *op.cit.*).

Todos esses fatores abordados e suas interações podem influenciar na formação do anel de crescimento. Portanto, estudos mais aprofundados serão necessários para compreender o ritmo de crescimento para essas raia.

Os dados da largura do disco retrocalculados foram ajustados através da curva de von Bertalanffy, para a qual se estimaram os parâmetros de crescimento para machos e fêmeas das quatro espécies. Esse modelo foi robusto e apresentou intervalos de confiança e erro padrão assintótico satisfatórios e dentro do esperado. A maioria dos estudos de crescimento em Rajidae utilizou para ajuste dos dados a curva de von Bertalanffy, sendo possível uma comparação entre os parâmetros obtidos deste estudo com outras referências (Tabela 93).

Os valores das larguras de disco assintóticas (LD_{∞}) foram superiores em relação à largura de disco máxima observada para cada espécie e por sexo. A exceção ocorreu para os machos de *R. agassizi*, onde o valor de LD_{∞} foi ligeiramente inferior ao observado, provavelmente devido aos dados de largura de disco serem compostos, em sua maioria, por indivíduos de menor tamanho, capturados no primeiro período de coleta e pelo ajuste através da hipótese da estrutura proporcional (SPH). Para todas as espécies

os valores de LD_{∞} foram maiores para as fêmeas, condizentes com aqueles valores observados nas capturas, onde as fêmeas tendem a ser maiores que os machos.

As estimativas do coeficiente de crescimento (k) do modelo de von Bertalanffy variaram proporcionalmente ao tamanho da espécie. Assim, foram obtidos os valores próximos de $0,050 \text{ ano}^{-1}$ para *A. platana* e *A. castelnaui*, $0,068 \text{ ano}^{-1}$ para *A. cyclophora*, para fêmeas e machos de *R. agassizi* $0,078$ e $0,142 \text{ ano}^{-1}$, respectivamente. Através da Tabela 93 é possível verificar uma grande variação nos coeficientes de crescimento ($0,05$ a $0,352 \text{ ano}^{-1}$) entre as espécies e apesar do tamanho comparativamente menor, as espécies aqui estudadas, apresentaram relativamente um crescimento mais lento e idade máxima superior ao das outras espécies.

Segundo Cailliet & Goldman (*op.cit.*), do ponto de vista biológico, principalmente para elasmobrânquios, o tamanho de nascimento (L_0) é bem definido enquanto que a idade teórica (t_0) não tem propriamente um significado biológico. Os valores de LD_0 (mm) encontrados neste estudo foram: *R. agassizi*, 56; *A. cyclophora*, 145; *A. platana*, 51 e *A. castelnaui*, 98. Dessa forma, os valores de LD_0 obtidos neste estudo estão próximos daqueles encontrados por Oddone *et. al.* (2005b) que descreveram três indivíduos neonatos fêmeas com valores de largura de disco (mm) para *R. agassizi* (78); *A. cyclophora* (81) e *A. castelnaui* (86). Entretanto, o valor de LD_0 obtido neste estudo para *A. cyclophora* está ligeiramente maior que o observado, possivelmente devido ao ajuste da curva de crescimento pela hipótese do corpo proporcional (BPH).

Como consequência dos parâmetros estimados para as quatro espécies, a longevidade (T_{max}) apresentou idades elevadas, entre 43 e 63 anos para *A. castelnaui* e *A. platana* e idades próximas de 30 anos para as outras espécies, sendo que os machos de *R. agassizi* apresentaram a menor longevidade (19 anos). Essas longevidades podem ser comparadas com de outras espécies através da Tabela 92, que mostra valores comparativamente menores que aqueles obtidos neste estudo. Entretanto, Walmsley-Hart *et.al.* (1999) estimaram para machos de *Raja pullopunctata* a longevidade de 58 anos e Sulikowski *et. al.* (2003) estimaram em 45 anos para machos e fêmeas de *Leucoraja ocellata*.

6.7 A ESTIMATIVA DAS TAXAS DE MORTALIDADE NATURAL (M), DA MORTALIDADE POR PESCA (F), DA MORTALIDADE TOTAL (Z), DE SOBREVIVÊNCIA ($S = e^{-Z}$), DE EXPLOTAÇÃO ($E = F/Z$), DA LARGURA DO DISCO ÓTIMA DE CAPTURA (LD_{OP}), E DO RENDIMENTO-POR-RECRUTA (Y'/R).

Foram considerados apenas os valores mais baixos de M , para que $(F+M)$ não ultrapasse o valor estimado de Z , por outros métodos. Geralmente se emprega a fórmula empírica de Hoenig (1983) para a estimativa de M em elasmobrânquios, esse método utiliza os dados de longevidade (T_{max}) resultando em valores considerados mais apropriados para espécies de vida longa e baixa fecundidade. No entanto, para a maioria das espécies aqui estudadas o método empírico de Rikther e Efanov, (1976, *in* Sparre & Venema 1997) se mostrou mais adequado, provavelmente por considerar os dados da idade de primeira maturação (T_{mat}) para a estimativa da mortalidade natural. Como a razão (T_{max}/T_{mat}) foi relativamente alta para as quatro espécies, com valores próximos de 0,6 para *R. agassizi* e *A. cyclophora* e $\geq 0,8$ em *A. platana* e *A. castelnaui*, a idade de primeira maturação aparenta ter um significado mais importante para essas espécies pelo fato de representar uma longa etapa do ciclo de vida. Porém, para *A. castelnaui* a estimativa pelo método de Rikther & Efanov não convergiu, provavelmente pelo alto valor de T_{mat} alcançado por essa espécie não se ajustar a essa fórmula empírica. Nesse caso se utilizou a estimativa pelo método de Taylor (1960 *in* Sparre & Venema 1997) que proporcionou os menores valores de mortalidade natural.

Smith *et. al.*(1998), estudaram as taxas de crescimento populacional intrínsecas em tubarões do Pacífico e concluíram que a capacidade de recuperação de uma determinada população estará reduzida quando tiver maior o seu valor de T_{mat} associado a menor taxa de M . O habitat demersal bentônico parece não impor, para espécies aqui estudadas, grandes variações ambientais que justifiquem altas taxas de mortalidade natural, nem tampouco existem referencias sobre os predadores preferenciais dessas raias, embora Cox & Koob (1993) observaram para várias localidades dos Estados Unidos a suposta predação por gastrópodes nas cápsulas ovígeras de *Raja rhina* e *R. erinacea*, além de *Raja* sp na costa norte da Argentina. No entanto, deve-se

considerar a possibilidade de grandes peixes se alimentarem das cápsulas ovígeras antes do embrião ter tido chance de se desenvolver. Contudo, como para a maioria das espécies, o risco de predação tende a diminuir e conseqüentemente decrescem as taxas de mortalidade à medida que aumentam de tamanho.

Francis (2001), estimou uma taxa de mortalidade natural de $0,12 \text{ ano}^{-1}$ para *Dipturus innominatus*, enquanto Casey & Myers (1998) estimou taxa de $0,099 \text{ ano}^{-1}$ em *Dipturus laevis*. Em tubarões de grande porte essas taxas variam de $0,13$ a $0,179 \text{ ano}^{-1}$ (Smith *et. al.* 1998 in Kotas, 2004).

A largura ótima do disco (LD_{op}) apresentou valores ligeiramente superiores ao tamanho da primeira maturação sexual (LD_{50}). Porém para machos e fêmeas de *A. cyclophora* e machos de *A. castelnaui* esses valores foram inferiores, indicando que a maturação sexual ocorreu após o tamanho ótimo de captura. Segundo Frisk *et. al.* (2001), Rajidae alcançam a maturidade sexual com grande tamanho e como conseqüência iriam gerar o rendimento máximo possível, mas que essa relação não estaria diretamente relacionada com a sustentabilidade das populações. O mesmo autor acrescenta ainda que se a maturidade não estiver ocorrendo no estágio onde se poderia ter o maior potencial de captura, pode sugerir que o balanço na exploração e a sustentabilidade da população podem estar em dificuldades.

A maior valor de M utilizado para a estimativa da mortalidade total (Z) foi para *A. cyclophora* ($0,085 \text{ ano}^{-1}$) e a menor para fêmeas de *A. platana* ($0,021 \text{ ano}^{-1}$). Em geral ocorreram, para as quatro espécies, valores baixos de Z . Porém, para machos de *R. agassizi* ($0,267$) e *A. cyclophora* ($0,218$) em 2003 foram comparativamente maiores que nas outras espécies, onde as taxas foram próximas de $0,1 \text{ ano}^{-1}$, conseqüentemente tiveram os menores percentuais de sobrevivência. Há poucas referências que apresentam os valores estimados de Z por métodos diretos (e.g. Hoenig) para Rajidae. Contudo, modelos preditivos de elasticidade estimam o valor de Z que uma dada espécie pode suportar sem afetar seu crescimento populacional, tais como, para *Leucoraja erinacea* ($Z \leq 0,81 \text{ ano}^{-1}$), *L. ocellata* ($Z \leq 0,37 \text{ ano}^{-1}$) e *Dipturus laevis* ($Z \leq 0,29 \text{ ano}^{-1}$) (Frisk *et al.*, 2002).

As taxas de mortalidade por pesca (F) entre $0,2$ e $0,4 \text{ ano}^{-1}$ foram estimadas para *D. laevis* no Atlântico Oeste (Casey & Myers, 1998), enquanto

que neste estudo as taxas de F foram $< 0,1 \text{ ano}^{-1}$, para a maioria das espécies, sendo para os machos de *R. agassizi* (0,206) e *A. cyclophora* (0,133) em 2003. No entanto, para todas as espécies geralmente essas taxas já se encontram próximas, ou superiores do recomendável, quando se consideram os pontos de referência biológica ($F_{0,1}$ e F_{max}). Assim, as taxas de exploração também refletem a baixa resiliência dessas espécies frente à atividade pesqueira, como a maioria dos elasmobrânquios. As estimativas de rendimento por recruta (Y'/R) indicam que as fêmeas de *A. castelnaui* e *A. platana* estão mais próximas do máximo recomendado. Contudo, parece ser mais prudente sinalizar que para as quatro espécies estudadas, tendem cada vez mais serem recrutadas para a pesca com tamanhos inferiores ao da primeira maturação sexual. Pelos resultados alcançados no presente estudo fica evidente que essas espécies investem alto na reprodução.

A aparente estabilidade nas taxas de exploração e o fato dessas espécies ainda não serem o alvo das pescarias podem ocultar elementos importantes que afetam a característica dessas populações. Todas essas estimativas precisam ser constantemente revistas e atualizadas para se antecipar às investidas do mercado e a dinâmica das pescarias que acabam por determinar uma gestão centrada quase que exclusivamente na produção, em detrimento do manejo sustentável.

7. CONCLUSÕES

- As espécies identificadas de Rajidae nos desembarques da costa sudeste e sul foram *Atlantoraja cyclophora*, *A. platana*, *A. castelnaui* e *Rioraja agassizi*. A maioria dessas espécies foi capturada com o propósito de exportação para o mercado asiático, principalmente para a Coreia do Sul.
- O baixo valor agregado sugere ser um dos fatores que impediram uma maior pressão pesqueira em Rajidae.
- Foram identificados três tipos principais de cortes empregados nas carcaças pelas embarcações amostradas.
- A participação das “raias-emplastros” representou 3% de *A. cyclophora*, 2% de *A. platana* e 2% de *A. castelnaui* em relação à captura total pelas embarcações de arrasto duplo amostradas.
- Para a maioria das espécies as capturas não se relacionaram com o esforço, profundidade, latitude e ano. Durante o período de estudo não foi observado um direcionamento das pescarias exclusivamente para Rajidae, apenas um maior aproveitamento como espécies acessórias.
- Para a maioria das embarcações amostradas as capturas por dias de pesca variaram entre 100 e 500 kg para *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui*.
- Nas despescas em embarcações de arrasto duplo ocorreu uma sobrevivência aproximada de 25% para *R. agassizi*.
- A partir de 2001 houve um aumento na frequência de indivíduos com menor tamanho nos desembarques, principalmente para *A. cyclophora* e *A. platana*.
- O produto final após o beneficiamento para exportação representou em média apenas 56,5% em peso do peixe inteiro.
- As características sexuais secundárias mostraram ser adequadas para a estimativa da primeira maturação sexual que ocorreu de forma abrupta e tardia em todas as espécies, sugerindo uma curta fase de transição de juvenis para adultos.

➤ O corte sagital nas vértebras para a visualização das marcas dependeu mais da qualidade do corte que dos corantes empregados e as radiografias mostraram-se potencialmente eficazes para a visualização das marcas.

➤ A linearidade das estruturas (vértebras) e das marcas de crescimento em relação à largura do disco demonstrou que a técnica do corte sagital foi adequada para as quatro espécies avaliadas.

➤ O ajuste do modelo de von Bertalanffy aos dados retrocalculados, para todas as espécies estudadas e por sexo, convergiu de forma satisfatória para as estimativas dos parâmetros de crescimento que caracterizam essas espécies com um padrão de crescimento lento, grande longevidade e baixa mortalidade natural.

➤ As taxas de mortalidade natural (M) em geral foram baixas. Pelo método de Rikther e Efanov, para fêmeas e machos de *R. agassizi* (0,052 e 0,061 ano⁻¹), *A. cyclophora* (0,085 e 0,085 ano⁻¹), *A. platana* (0,021 e 0,061 ano⁻¹) e pelo método de Taylor para fêmeas e machos de *A. castelnaui* (0,047 e 0,069 ano⁻¹).

➤ As taxas de mortalidade por pesca (F) em geral também foram baixas. Para fêmeas e machos de *R. agassizi* (0,055 e 0,206 ano⁻¹), de *A. cyclophora* (0,042 e 0,133 ano⁻¹ em 2003), de *A. platana* (0,089 e 0,033 ano⁻¹ em 2003) e de *A. castelnaui* (0,035 e 0,012 ano⁻¹).

➤ Os percentuais de sobrevivência (S) foram para fêmeas e machos de *R. agassizi* (89,8 e 76,5% ano⁻¹), *A. cyclophora* (88,0 e 80,4% ano⁻¹ em 2003), *A. platana* (89,5 e 90,9% ano⁻¹ em 2003) e *A. castelnaui* (91,9 e 92,1% ano⁻¹).

➤ Apesar da baixa mortalidade por pesca para a maioria das espécies as estimativas de rendimento por recruta indicaram que as fêmeas de *A. castelnaui* e *A. platana* estão mais próximas do máximo recomendado.

➤ Todas as estimativas obtidas neste estudo para *Rioraja agassizi*, *Atlantoraja cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui* indicaram que essas espécies possuem baixa resiliência frente a atividade pesqueira.

8. BIBLIOGRAFIA

Agnew, D.J.; C.P. Nolan & J. Pompert. 1999. Case studies of the management of elasmobranch fisheries. FAO fisheries technical paper Roma 378/1.

Ajayi, T.O. 1982. Food and feeding habits of *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, Bristol Channel. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 62 (1): 215-223.

Alves, E.C. & V.R.A. Ponzi. 1984. Características morfológico-sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro. Anais, V4 pp. 1242-1629.

Antipova, T.V. & T.B. Nikforova. 1990. The food habits of the Barents Sea thorny skate. Food resources and food relationships of North Atlantic fishes 167-172.

Ávila-da-Silva, A.O; M.H. Carneiro; J.T. Mendonça; G.J.M. Servo; G.C.C. Bastos; S. Okubo-da-Silva; P.A. Batista. 2005. Produção pesqueira marinha do Estado de São Paulo no ano de 2004. Série Relatórios Técnicos, n. 20. Instituto de Pesca, São Paulo, 40 p.

Berestovskiy, E.G. 1989. Feeding in the skates, *Raja radiata* and *Raja fyllae*, in the Barents and Norwegian seas. J. Ichthyol. 29 (8): 88 - 96.

Bernardes, R.A. ; J.L. Figueiredo; A. R. Rodrigues; L.G. Fischer; C.M. Vooren; M. Haimovici & C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski. 2005. Peixes da zona econômica exclusiva da região sudeste-sul do Brasil: levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 295p.

Berry, J. 1965. The use of vertebral rings to determine age and growth of *Raja eglanteria*, the clearnose skate, in Delaware Bay. Dissertação de Mestrado. Universidade de Delaware, 53p.

Beverton, R.J.H. 1992. Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. J. Fish Biol. 41 Suple. B: 137-160.

Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fish.Tech. Pap. 341: 119.

Braccini, J.M. & G.E Chiaramonte 2002. Reproductive biology of *Psammobatis extenta*. J. Fis. Biol. 61, 272 –288.

Brander, K. 1981. Disappearance of common skate *Raja batis* from Irish Sea. Nature, 290: 48-49.

Brander, K. & D. Palmer. 1985. Growth rate of *Raja clavata* in the Northeast Irish Sea. J. Cons. Ciem. 42(2):125-128.

Brander, K. 1988. Multispecies fisheries of the Irish Sea. In : Gulland, J. A. 1988. Fish population dynamics: the implications for management. 2nd. ed., Cheichester. John Wiley & Sons Ltd. 421p.

Cadima, E.L. 2000. Manual de avaliação de recursos pesqueiros. FAO Fish. Tech. Pap., 393:162p.

Cailliet, G. 1990. Elasmobranch age determination and verification: an update review. NOAA Tech. Rep., 90:157-167.

Cailliet, G. M. & K. J. Goldman. 2004. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. Biology of sharks and their relatives, Chapter 14, p. 399-447.

Cailliet, G. M.; L. K. Martin; J.T. Harvey; D. Kusher & B. A. Welden. 1983. Techniques for enhancing vertebral bands in age estimation of California elasmobranchs. In Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfish and sharks (E.D. prince and L. M. Pulos, eds.), U. S. dep. Commer., NOAA Tech. rep. NMFS, 8: 157-65.

Campana, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods – Review paper. J. Fish Biol., 59:197-242.

Campos, E.J.D. 1995. Estudos da circulação oceânica no Atlântico tropical e região oeste do Atlântico Subtropical sul. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 114p.

Capapé, C. 1974. Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. 2. *Raja radula*. Archives de l'institut Pasteur Tunis, 51:211 – 228.

Capapé, C. 1976. Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. 3. *Raja clavata*, Linné, 1758: répartition géographique et bathymétrique, sexualité, reproduction, fécondité. Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle, 3^a. série:393. Zoologie 275.

Capapé, C. 1980. Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes 18. *Raja melitensis* Clark, 1926. Bull. Natin. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô 7:113-126.

Casarini, L. M.; U.L. Gomes & A.R.G. Tomás. 1997. Would be Santos Harbour dredged material dumping a reason of teratogeny on *Raja agassizi*?. VII COLACMAR, Santos, resumos expandidos 1:152-153.

Casarini, L. M. 1999. Distribuição, abundância, morfometria e aspectos da pesca de raias do gênero *Raja* (Elasmobranchii, Rajidae), da fauna acompanhante da pesca de arrasto na costa sudeste e sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 68p.

Casarini, L. M. & V. K. Hiraichi Junior. 2002. Técnicas de visualização das marcas de crescimento em vértebras de raias dos gêneros *Atlantoraja* e *Rioraja* (Elasmobranchii, Rajidae): resultados preliminares. Anais do I Simpósio Brasileiro de Oceanografia, Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo V1 p235.

Casarini, L.M; C.C. Ataliba & C.M.D. Mucinhato. 2003. Visualização das marcas de crescimento em vértebras de raias dos gêneros *Rioraja* e *Atlantoraja* (Elasmobranchii, Rajidae). Resumos do II workshop de Chondrichthyes do NUPEC, Santos p10.

Casey, J.M. & R. A. Myers. 1998. Near extinction of a large widely distributed fish. *Science*, 281: 690 - 692.

Castro, B.M. & L.B. Miranda. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic Continental Shelf located between 4°N and 34°S. In: *The Sea*. Robinson, A.R. & Brink, K.H. John Wiley & Sons, Inc.: 209-251.

Cedrola, P.V.; A.M. González & A.D. Pettovello. 2005. Bycatch of skates (Elasmobranchii, Arhynchobatidae, Rajidae) in the Patagonian red shrimp fishery. *Fish. Res.* 71 (2005) 141-150.

Clarke, S. 2004. Understanding pressures on fishery resources through trade statistics: a pilot study of four products in the chinese dried seafood market. *Fish and Fisheries* 5, 53-74.

Compagno, L.J.V., D.A Ebert & P.D Cowley 1991. Distribution of offshore demersal cartilaginous fishes (Class Chondrichthyes) off the west coast of southern Africa, with notes on their systematics. *South African Journal of Marine Science* 11, 43 –139.

Cortés, E. 2004. Life history patterns, demography, and population dynamics. *Biology of sharks and their relatives*, Chapter 14, p. 449-464.

Coutinho, P.N. (Coord.). 1996. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil. *Oceanografia Geológica (Costa Sul)*. Programa REVIZEE, 65p.

Cox, D.L. & T.J. Koob 1993. Predation on elasmobranch eggs. *Environ. Biol. Fish.* 38:117-125.

Cunningham, P.T.M; A. de C. Saul; M.R.G. Cohen & N.A.L. Maciel. 1991. Observações sobre a comunidade de chondrichthyes em regiões

costeiras de Ubatuba (SP). Encontro Nacional de Pesca e Aquicultura, Santos. Resumos. p.10.

Daiber, F. C. 1960. A technique for age determination in the skate *Raja eglanteria*. Copeia, (3) :258-260.

Du Buit, M.H. 1968. Les Raies (genre *Raja*) de la pêche française: écologie et morphométrie des principales espèces atlantiques.Tr. Fac. Sc. Rennes, S. Ocean. Biol.,1: 19 -113.

Dulvy, N.K.; J.D. Metcalfe; J. Glanville; M.G. Pawson & J.D. Reynolds. 2000. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. Conservation Biology 14 (1): 283-293.

Dulvy, N.K. & J.D. Reynolds. 2002. Predicting Extinction vulnerability in skates. Conservation Biology 16 (2): 440-450.

Ebert, D.A.; P.D. Cowley, & L.J.V. Compagno. 1991. A preliminary investigation of the feeding ecology of skates (Batoidae: Rajidae) off the west coast of southern Africa. S. Afr. J. Mar. Sci., 10:71-81.

Ebert, D.A. 2005. Reproductive biology of skates, *Bathyraja* (Ishiyama), along the eastern Bering Sea continental slope. J. Fis. Biol. 66, 618 –649.

Fahy, E. 1991. The south eastern ray *Raja* spp fishery, with observations on the growth of rays in Irish waters and their commercial grading. Ir. Fish. Invest. B. Mar., 37:18.

FAO 2006. FIGIS – Fisheries statistics page for online query. Global capture production. (<http://www.fao.org/fi/statist/statist.asp>). Acesso em janeiro 2006.

Figueiredo, J.L. 1977. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 104p.

Francis, R. C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. J. Fish. Biol., 36: 883 - 902.

Francis, M.P; C.O. Maolagáin & D. Stevens 2001. Age, growth, and sexual maturity of two New Zealand endemic skates, *Dipturus nasutus* and *D. innominatus*. New Zealand J. of Mar. Fresh. Res. Vol. 35: 831-842.

Frisk, M. G.; T. J. Miller & M. J. Fogarty. 2001. Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 58: 969-981.

Gayanilo, F. C.; P. Sparre Jr & D. Pauly. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tool (FISAT II): User's guide (<http://www.fao.org>). Acesso em dezembro 2005.

Goitein, R; F.S. Torres & C.E. Signorini.1998. Morphological aspects related to feeding of two marine skates *Narcine brasiliensis* and *Rhinobatos horkelli*. Acta Scientiarum 20(2):165-169.

Gomes, U.L. & C. Pagaró. 2001. Espécie nova de rajídeo (Chondrichthyes, Rajiformes) do Atlântico sul ocidental. Bol. Mus. Nac. Zool., 448:1-10.

Gomes, U.L. 2002. Revisão taxonômica da família Rajidae no Brasil (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Rajiformes). Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Hilborn, R. & C. J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment - choice, dynamics & uncertainty. New York. Chapman & Hall. 570p.

Hoenig, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fish. Bull. 82: 898–903.

Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranchs populations and some suggested solutions in Sea Fisheries

Research. In: Jones, H. (ed.) Sea Fisheries Research. Londres. Logo Press. p. 117-138.

Huitema, B. H. 1980. The analysis of covariance and alternatives. New York, John Wiley & Sons. 445p.

Jardas, I. 1975. The morphometry and population diagnosis of thornback ray *Raja clavata* L., in the Adriatic. Acta Adriat., 17 (5): 3 - 25.

Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. Fish. Bull., 77(4):765-776

King, M. 1996. Fisheries biology: assessment and management. Oxford. Fishing new books. 341p.

Knoppers, B.; W. Ekau & A.G. Figueiredo. 1999. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. Geo-Mar. Lett., 19:171-178.

Kotas, J. E. 2004. Dinâmica de populações e pesca do tubarão martelo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), capturado no mar territorial e zona econômica exclusiva do sudeste-sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. CRHEA/EESC. 377p.

Kowsmann, R.O. & M.P.A. Costa. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. In: Projeto REMAC. Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. (Série Projeto REMAC, nº 8) pp 9-55.

Liu, K. M.; P. O. Chiang & C. T. Chen. 1998. Age and growth estimates of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus*, in Northeastern Taiwan waters. Fish. Bull. Washington, 3: 482-491.

Lozano, P. A. 1999. Idade e crescimento da piracatinga: *Calophisus macropterus*, Lichtenstein, 1819 (Pisces:Pimelodidae), na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, 87 p.

Lucifora, L.O.; R. Menni & H.A. Escalante. 2002. Reproductive ecology and abundance of the sand tiger shark, *Carcharias taurus* from the southwestern Atlantic. ICES J. Mar. Sci., 59.

Mabragaña, E.; L. O. Lucifora & A.M. Massa. 2002. The reproductive biology and abundance of *Sympterygia bonapartii* endemic to the Southwest Atlantic. J. Fish Biol., 60:951-967.

Mahiques, M.M. 1998. Características da matéria orgânica sedimentar da plataforma continental interna e média entre a Baía da Guanabara (RJ) e São Francisco do Sul (SC). Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 86p.

Mahiques, M.M.; I.C.S. Silveira; S.H.M. Sousa & M. Rodrigues. 2002. Post-LGM sedimentation on the outer shelf-upper slope of the northernmost part of the São Paulo Bight, southeastern Brazil. Mar. Geol., 181:387-400.

Mancini, P.L. & L.M. Casarini. 2005. A preliminary commercial fishery analysis of rajid species caught in southeast Brazil. Santos. Resumos do III Workshop de Chondrichthyes do NUPEC.

Marçal, A. S. 2003. Biologia reprodutiva de *Atlantoraja platana* (Elasmobranchii: Rajidae) do sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Oceanografia Biológica. 99p.

Matsuura, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Cienc. Cult, 38(8):1439-1450.

Mazzoleni, R.C. & P.R. Schwingel. 1999. Elasmobranch species landed in Itajaí harbor, southern Brazil. Notas Téc. FACIMAR 3: 111-118.

McEachran, J.D. & J.A. Musick 1975. Distribution and relative abundance of seven species of skates (Pisces: Rajidae) which occur between Nova Scotia and Cape Hatteras. Fish. Bull. 73, 110 – 136.

McEachran, D.J & K.A. Dunn.1998. Phylogenetic analysis of skates, amorphologically conservative clade of elasmobranches, (Chondrichthyes, Rajidae). COPEIA, 2: 271-290.

Menni, R. C. 1990. Zoogeography of Magellanic fishes. Bull. Mar. Sci. 47 (1): 258.

Menni, R.C. 1973. Rajidae del litoral bonaerense. I - Espécies de los generos *Raja*, *Bathyraja* y *Sympterigia* (Chondrichthyes). Physis. (ser. A), 33 (86): 413-439.

Menni, R.C. 1972 a. *Raja* (*Atlantoraja*) subgên. nov. y lista critica de los Rajidae argentinos (Chondrichthyes, Rajiformes). Rev. Mus. La Plata (n. s.) (Zool.), 11 (103): 165-173.

Menni, R.C. 1972 b. Anatomia del mixopterigio y diferencias especificas en los generos *Psammobatis* y *Sympterigia* (Chondrichthyes). Neotropica, 18: 73-80.

Menni, R.C. 1971. Anatomia del mixopterigio y posición sistematica de *Raja flavirostris* (Phillipi, 1892). Neotropica, 17: 39-43.

Muto, E. Y; L.S.H. Soares & R. Goitein. 2001. Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizi* e *Psammobatis glansdissimilis* on the continental shelf off Ubatuba, southeastern Brazil. Rev. Bras. Biol. 61(2): 217-238b.

Nakaya, K. & S. Shirai. 1992. Fauna and zoogeography of deep - benthic chondrichthyan fishes around the japanese archipelago. Jpn. J. Ichthyol., 39 (1): 37-48.

Natali Neto, J.F. 1994. Ictiofauna do ecossistema tropical marinho de Ubatuba (SP) - Brasil, entre 50 e 100 metros de profundidade. Composição, distribuição, abundância e diversidade. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico, vol. I e II.

Oddone, M.C. 2003. Biologia reprodutiva de *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Oceanografia Biológica, 99p.

Oddone, M.C. & C.M. Vooren. 2002. Egg-cases and size hatching *Sympterygia acuta* in the south-western atlantic. J. Fish Biol. 61:858-861.

Oddone, M.C.; A. S. Marçal & C.M. Vooren. 2004. Egg capsules of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) and *A. Platana* (Gunther, 1880) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae). Zootaxa, 426:1-4.

Oddone, M.C. & C.M. Vooren. 2004. Distribution, abundance and morphometry of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) in southern Brazil, Southwestern Atlantic. Neotropical Ichthyology, 2 (3): 137-144.

Oddone, M.C., L. Paesch & W. Norbis 2005a. Length at first sexual maturity of two species of rajoid skates, genera *Atlantoraja* and *Dipturus* (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae), from the Southwestern Atlantic Ocean. J. Appl. Ichth., 21:70 –72.

Oddone, M.C; P.L. Mancini & A.F.Amorim 2005b. First record of size-at-hatching of *Atlantoraja cyclophora*, *A. castelnaui* and *Rioraja agassizi* collected off Santos, São Paulo, Southwest Atlantic Ocean. Resumos do III Workshop de Chondrichthyes do NUPEC. Santos.

Officer, R.A., Gason, A.S. T.I. Walker & J.G. Clement. Sources and variation in counts of growth increments in vertebrae from gummy shark, *Mustelus antarcticus*, and school shark, *Galeorhinus galeus*: implications for age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53:1765-1777.

Paglerani, R.B.; R.P. Lessa & F.M. Santana. 1997. Estudos de idade e crescimento do tubarão estrangeiro *Carcharhinus maou* (Lesson, 1830) e do tubarão azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) no Atlântico Sudoeste Equatorial. In VII COLACMAR - Congresso Latino Americano Sobre Ciências do Mar, Santos. Resumos, 2:256.

Pauly, D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Circ. 729:54.

_____ 1984. Fish population dynamic in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM. Living Aquatic Resources Management, Manila. 325p.

Pauly, D. & J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte, 2(1):21.

Pequeño, G. & J. Lamilla. 1993. Batoideos comunes a las costas de Chile y Argentina - Uruguay (Pisces. Chondrichthyes). Rev. Biol. Marina, 28 (2): 203-217.

Petrere, M. JR. 1986. Amazon fisheries. II – Variations in the relative abundance of tucunaré (*Cichla ocellaris*, *C. temensis*) based on catch and effort data of the trident fisheries. Amazoniana, X(1): 1-13.

Petrere, M. JR.; P.B. Bayley & G.A. Paula. 1991. Influential analysis of individual growth rates from fives populations of *Prochilodus* spp. (Characoidei, Osteichthyes) in South America. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia, 7 (2): 125-142.

Pires-de-Gouvea, E. & E. Lima-de-Queiroz. 1988. Brachyura (Crustacea. Decapoda) used as food by rays (Pisces. Rajidae) from the southern brazilian coast. Cienc. Cult., 40 (3): 276-279.

Ponz Louro, M. 1995. Estratégias e Táticas Reprodutivas de Elasmobrânquios no Ecossistema de Ubatuba, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico departamento de Oceanografia Biológica 142p.

Projeto REMAC. 1979. Reconhecimento global da margem continental brasileira. Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/ CENPES/DINTEP, (7): 177p.

Queiroz, E. L. & E. Takase. 1985. Morfologia, disposição dos dentes através de microscopia eletrônica de varredura e número de séries dentárias em *Sympterygia acuta* e *S. bonapartei*. XII Congr. Bras. Zool., resumos: 176.

Queiroz, E. L. & C. M. Vooren. 1984 *Sympterygia acuta* e *S. bonapartei* (Elasmobranchii, Rajiformes): variações sazonais na abundância e na distribuição sobre a plataforma continental do Rio Grande do Sul. XI Congr. Bras. Zool., resumos: 206.

Queiroz, E. L. 1984. *Sympterygia acuta* e *S. bonapartei* (Elasmobranchii, Rajiformes): hábitos alimentares e aspectos da reprodução na costa do Rio Grande do Sul. XI Congr. Bras. Zool., resumos: 207

Queiroz, E. L. 1988a. Distribuição e abundância de *Sympterygia acuta* e *S. bonapartei* (Pisces, Rajiformes) com relação à profundidade, temperatura e salinidade nas águas litorâneas do Rio Grande do Sul. XV Congr. Bras. Zool., resumos: 272.

Queiroz, E. L. 1988b. Diversidade, similaridade e itens mais importantes na dieta de *Sympterygia acuta* e *S. bonapartei* nas águas do Rio Grande do Sul. XV Congr. Bras. Zool, resumos: 273.

Restrepo, V.R. & R.A. Watson. 1991. An approach to modelling crustacean egg bearing fractions as function of size and season. Can. J. Fish Aquat. Sci. 48:1431-1436.

Rocha, J.; J.D. Milliman; C.I. Santana & M.A. Vicalvi. 1975. Souther Brazil. In: projeto REMAC. Reconhecimento global da margem continental brasileira. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1:449-482.

Roux, C. 1979. Resultats scientifiques des campagnes de la Calypso. Poissons chondrichthyens du plateau continental brésilien et du Rio de la Plata. Inst. Oceanographic, 55: 111-130.

Ryland, J.S. & T.O. Ajayi. 1984. Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmathen Bay, British Isles. J. Cons. Int. Explor. Mer. 41:111-120.

Sadowsky, V. & R. C. Menni. 1974. Sobre *Raja platana* Günther, 1880 (Chondrichthyes, Rajidae). Physis (sección A), 33 (86): 23 - 32.

Santana, F.M. & R.P. Lessa. 1997. Determinação da idade e crescimento de *Carcharhinus porosus* (Ranzani, 1839) na costa norte do Brasil. VII COLACMAR - Congresso Latino Americano Sobre Ciências do Mar, Santos. Resumos. 2: 397.

Schwingel, P.R. & C.M. Vooren. 1983. Características morfológicas de ovos da família Rajidae e maturação de *Raja castelnaui* Ribeiro 1907. X Congr. Bras. Zool. Resumos. p. 190.

Schwingel, P.R. & C.M. Vooren. 1985. Espécies do gênero *Psammobatis* (Pisces, Rajidae) na costa sul do Brasil. XII Congr. Bras. Zool. Resumos, p. 165.

Serena, F; M. Barone; C. Mancusi & A.J. Abella 2005. Reproductive biology, growth and feeding habits of *Raja asterias* Delaroche, 1909, from the north Tyrrhenian and south Ligurian Sea (Italy), with some notes on trends in landings. ICES Elasmobranch Fisheries Sciences N 12.

Silveira, I.C.A; A. C.K. Schmidt ; E. J. D. Campos; S.S. Godoi & Y. Ikeda. 2000. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. Rev. Bras. de Oceanografia 48(2):171-183.

Smith, S.E.; D.W. Au & C. Show 1998. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. Mar. Fresh. Res. V 49:663-6678.

Soares, L. S. H.; C. L. D. B. Rossi-Wongtschowski; L. M. C. Alvares; E. Y. Muto & M. L. A. Gasalla. 1992. Grupos tróficos de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil. I. Chondrichthyes. Bolm. Inst. oceanogr., 40 (1/2): 79 - 85.

Sparre, P. & S. C. Venema. 1997. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1: Manual. FAO Fish. Tech. Pap., 306/1, Rev.2. 404p.

Ssentongo, G. W. & P. A. Larkin. 1973 Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish population. J. Fis. Res. Bd. Can., 30 (5): 695 – 698.

Sulikowski, J.A.; M.D. Morin; S.H. Suk & W.H. Howell. 2003. Age and growth estimates of the winter skate (*Leucoraja ocellata*) in the western Gulf of Mar. Fish. Bull. 101:405-413.

Sulikowski, J.A.; J. Kneebone; S. Elzey; J. Jurek; P.D. Danley; W. H. Howell & P.C.W. Tsang 2005. Age and growth estimates of the thorny skate (*Amblyraja radiata*) in the western of Gulf Maine. Fish. Bull. 103:161-168.

Templeman, W. 1987. Differences in sexual maturity and related characteristics between populations of Thorny skate (*Raja radiata*) from the Northwest Atlantic J. Northwest. Atl. Fish. Sci. 7:155-167.

Tomás, A. R. G. & S.L.S. Tutui 1991. Síntese de conhecimentos da família Rajidae ocorrentes no sudeste e sul do Brasil. V Reunião do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisas sobre Tubarões e Raias no Brasil. Santos, resumos: 31.

Tomás, A. R. G.; S.L.S. Tutui & S. F. Teixeira 1991. Análise do desembarque da categoria raia na pesca de arrasto do Estado de São Paulo (1987 - 1990). V Reunião do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisas sobre Tubarões e Raias no Brasil. Santos, Resumos: 32.

Tutui, S. L. S.; G. C.C. Bastos; A. R.G. Tomás; G.G. Tiago & L. A. Zavala – Camin 2000. Species composition of the exploratory fisheries with bottom longline off southeastern Brazil. Ciênc. Cult. J. Braz. Ass. Adv. Sci. 52 (1) : 55 - 58.

Tutui, S. L. S. & A. R. G. Tomás. 1991. A relação largura do disco x comprimento total no gênero *Raja* (Chondrichthyes, Batomorpha). V Reunião do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisas sobre Tubarões e Raias no Brasil. Santos, Resumos: 34.

UNIVALI 2003. Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina ano 2002: ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca no Sudeste e sul do Brasil. Universidade do Vale do Itajaí. Pró-reitoria de Ensino. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar Itajaí, 93p.

UTHSCSA 1996. Image Tool. University of Texas Health Science Center at San Antonio, Texas (<http://ddsdx.uthscsa.edu/>).

Vazzoler, A.E.A. de M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Ed. UEM, 169 p.

Vooren, C.M.; L.C. Naves; A.F.L. Romay 2003. Guia para a identificação de tubarões e raias em desembarques da pesca no Rio Grande do Sul. Rio grande: Ed. FURG, 54p.

Walker, P.A. & J. Hislop.1998. Sensitive skates or resilient rays? Spatial and temporal shifts in rays species composition in the central and northwestern North Sea between 1930 and the present day. ICES J. Mar. Sci., 53:392-402.

Walmsley-Hart, S.A.; W.H.H. Sauer & C.D. Buxton. 1999. The biology of the skates *Raja wallacei* and *R. pullopunctata* (Batoidea: Rajidae) on the Agulhas Bank, South Africa. S. Afr. J. Mar. Sci. 21:165-179.

Waring, G.T. 1984. Age, growth and mortality of the little skate off the northeast coast of the United States. Trans. Am. Fish. Soc. 113: 314-321.

Welden, B. A., G.M. Cailliet & A.R. Flegal, 1987. Comparison of radiometric with vertebral band age estimates in four California elasmobranchs. Pp. 301-315. In: R.C. Summerfelt & G. E. Hall (ed.) Age and Growth of Fish, Iowa State University Press, Ames.

White, M.E. & I.C. Potter. 2001. Relationship between reproductive biology and age composition and growth in *Urolophus lobatus* (Batoidea:Urolophidae). Mar. Biol.:138:135-147.

Wintner, S.P. & G. Cliff. 1999. Age and growth determination of the white shark, *Carcharodon carcharias* from the east cost of South Africa. Fish. Bull., 97(1):153-169.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. 3nd. ed. New Jersey. Prentice-Hall. 662p.

Zeiner, S.J. & P.G. Wolf. 1993. Growth characteristics and estimates of age at maturity of two species os skates (*Raja binoculata* and *Raja rhina*) from Monterey Bay California. In Conservation biology of elasmobranches (S. Branstetter, ed.) p. 87-90. US. Dep. Commer., NOAA Technical Report NMFS 115.

Zembruski, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: Chaves, H.A.I. (ed.) Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. Petrobrás, Rio de Janeiro.

9. TABELAS

Tabela 1 – Modelo da ficha utilizada nas entrevistas nos locais de desembarque.

DATA		LOCAL		BARCO			MESTRE	
ÁREA PESCA							PROF.	
DIAS VG		DIAS PESCA			LANCES/DIA			
QUANT.	ATCA	ATCY	ATPL	RIAG	T.EMPL.	OUTRAS	T.RAIAS	T.CAPT
KG								
CX(20KG)								
OBS							comprador	
							preço kg	

Tabela 2 – Resultados da ANCOVA de três fatores aplicada no modelo $\ln(W\text{ capt}) = \text{constante} + \text{prof} + \text{ano} + \text{lat} + \text{lnf} + \varepsilon$, para dados do desembarque de *A. cyclophora*, onde *prof* é a profundidade (m), *ano* (2001, 2002, 2003), *lat* é a latitude (graus) e *lnf* é o logaritmo do esforço expresso em horas de arrasto e ε é o erro experimental, com $n = 93$, e $r^2 = 0,180$.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
Prof	14,028	1	14,028	9,351	0,003
Ano	4,234	2	2,117	1,411	0,249
Lat	15,419	1	15,419	10,278	0,002
Ln F	0,280	1	0,280	0,186	0,667
Erro	130,515	87	1,500		

Tabela 3 – Registro dos lances realizados em embarcação de arrasto duplo de portas.

Nº lance	Data	Hora inicial	Duração (h)	Posição inicial (Lat S/Long W)		Posição Final (Lat S/Long W)		Profund. Média (m)	Rumo Mag. (graus)	Tipo de fundo	Nº indivíduos				Captura Total (kg)	
											ATCA	ATCY	ATPL	RIAG	Aproveitado	Descarte
01	28/05/02	17h35	4,50	24° 11'	46° 14'	24° 11'	46° 12'	34,50	000/290	Areia	S/O	S/O	S/O	S/O	90	300
02	28/05/02	22h15	4,15	24° 12'	46° 12'	24° 12'	46° 16'	35,00	080/260	Areia	1	0	0	118	55	250
03	29/05/02	02h40	4,20	24° 12'	46° 16'	24° 14'	46° 13'	35,50	250/090	Areia	3	0	0	98	81	300
04	29/05/02	08h00	1,00	24° 04'	46° 17'	24° 04'	46° 18'	19,50	300	Lama	0	0	0	0	0,0	210
05	29/05/02	17h10	3,00	24° 11'	46° 14'	24° 10'	46° 10'	34,50	100/070	Areia	2	0	0	102	137	350
06	29/05/02	22h00	4,20	24° 10'	46° 05'	24° 09'	46° 04'	36,50	100/280	Areia	2	1	0	97	117	400
07	30/05/02	02h40	4,20	24° 09'	46° 04'	24° 09'	46° 14'	35,00	270/315	Areia	0	0	0	90	105	400

Tabela 4 - Porcentagem de sobreviventes de *R. agassizi* por lance.

Nº Lance	Nº indivíduos	Lançados	Sobreviventes	% Sobreviventes
5	102	20	4	20
6	97	20	5	25
7	90	20	3	15

Tabela 5 – *R. agassizi* - Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$, $r^2 = 0,983$ e $n = 38$.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
$\ln LD$	9,798	1	9,798	1357,874	0,000
Sexo	0,004	1	0,004	0,521	0,475
Erro	0,253	35	0,007		

Tabela 6 - Análise de covariância do modelo $\text{Peso total (Wt)} = \text{constante} + \text{Peso carcaça tipo III (WcIII)} + \text{sexo} + \text{sexo} * (\text{WcIII})$; $n = 38$ e $r^2 = 0,983$. *R. agassizi*

FV	SQ	gl	MQ	F	P
WcIII	913007,346	1	913007,346	968,020	0,000
Sexo	7025,307	1	7025,307	7,449	0,010
Erro	33010,956	35	943,170		

Tabela 7 - Resultados da regressão entre o $\text{Peso total -Wt (g)}$ e o $\text{Peso da carcaça Wc (g)}$ para os três tipos de pesos de carcaças de *R. agassizi*.

Carcaça	Modelo	r^2	n
Tipo I sexos agrupados	$Wt = 8,444 + 1,201 * WcI$	0,988	38
Tipo II sexos agrupados	$Wt = 5,173 + 1,667 * WcII$	0,987	38
Tipo III fêmeas	$Wt = 70,515 + 3,288 * WcIII$	0,965	26
Tipo III machos	$Wt = 16,920 + 3,456 * WcIII$	0,949	12

Tabela 8 – *A. cyclophora* - Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$, $r^2 = 0,989$ e $n = 38$.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
$\ln LD$	10,180	1	10,180	2650,967	0,000
Sexo	0,014	1	0,014	3,695	0,063
Erro	0,134	35	0,004		

Tabela 9 - Resultados da regressão entre o Peso total -Wt (g) e o Peso da carcaça Wc- (g) para os três tipos de pesos de carcaças de *A. cyclophora*.

Carcaça	Modelo	r^2	n
Tipo I sexos agrupados	$Wt = -32,042 + 1,282 * WcI$	0,991	38
Tipo II sexos agrupados	$Wt = -13,290 + 1,662 * WcII$	0,987	38
Tipo III sexos agrupados	$Wt = 15,749 + 3,512 * WcIII$	0,980	38

Tabela 10 – *A. platana*- Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$, $r^2 = 0,998$ e $n = 40$.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
LnLD	34,622	1	34,622	18088,043	0,000
Sexo	0,000	1	0,000	0,003	0,954
Erro	0,071	37	0,002		

Tabela 11 - Análise de covariância do modelo Peso total (Wt) = constante + Peso carcaça tipo II (WcII) + sexo + sexo * (WcII); $n = 40$ e $r^2 = 0,993$. *A. platana*.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
WcII	4,01E+12	1	4,01E+12	4393,013	0,000
Sexo	14820,673	1	14820,673	1,622	0,211
Sexo*WcII	59825,683	1	59825,683	6,548	0,015
Erro	328915,655	36	9136,546		

Tabela 12 - Análise de covariância do modelo Peso total (Wt) = constante + Peso carcaça tipo III (WcIII) + sexo + sexo * (WcIII); $n = 40$ e $r^2 = 0,992$. *A. platana*.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
WcIII	4,01542E+07	1	4,01542E+07	3850,675	0,000
Sexo	16239,306	1	16239,306	1,557	0,220
Sexo*WcIII	71475,798	1	71475,798	6,854	0,013
Erro	375402,108	36	10427,836		

Tabela 13 – Resultados da regressão entre o Peso total -Wt (g) e o Peso da carcaça Wc-(g) para os três tipos de pesos de carcaças de *A. platana*.

Carcaça	Modelo	r^2	n
Tipo I sexos agrupados	$Wt = -36,302 + 1,225 * WcI$	0,987	40
Tipo II fêmeas	$Wt = -133,735 + 1,705 * WcII$	0,989	16
Tipo II machos	$Wt = -16,980 + 1,563 * WcII$	0,996	24
Tipo III fêmeas	$Wt = -105,608 + 3,364 * WcIII$	0,995	16
Tipo III machos	$Wt = -16,272 + 3,364 * WcIII$	0,994	24

Tabela 14 – *A.castelnaui*- Ancova para o modelo $\ln Wt = \text{constante} + \ln LD + \text{sexo} + \text{sexo} * \ln LD$, $r^2 = 0,998$ e $n = 30$.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
LnLD	106,195	1	106,195	15230,351	0,000
Sexo	0,001	1	0,001	0,102	0,752
Erro	0,188	27	0,007		

Tabela 15 - Resultados da regressão entre o Peso total -Wt (g) e o Peso da carcaça Wc- (g) para os três tipos de pesos de carcaças de *A. castelnaui*.

Carcaça	Modelo	r^2	n
Tipo I sexos agrupados	$Wt = 4,210 + 1,255 * WcI$	0,994	30
Tipo II sexos agrupados	$Wt = 5,038 + 1,641 * WcII$	0,996	30
Tipo III sexos agrupados	$Wt = 112,152 + 3,316 * WcIII$	0,975	30

Tabela 16 - Análise de covariância do modelo $IHS = \text{constante} + LD + \text{aspecto fígado}$; $n = 358$ e $r^2 = 0,339$. *R. agassizi*.

FV	SQ	gl	MQ	F	P
LD	1,263	1	1,263	5,136	0,024
Aspecto fígado	44,658	1	44,658	181,628	0,000
Erro	87,286	355	0,246		

Tabela 17 – Estimativa do L_{50} (mm) de *Rioraja agassizi* a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

estimativa	fêmeas	machos
L_{50}	327,901	268,727
IC-	320,907	256,832
IC+	334,895	280,622
E.P.A	3,438	5,611
r	0,971	0,926
r^2	0,944	0,858
n	494	271

Tabela 18 - Análise de covariância do modelo IHS = constante + LD+ aspecto fígado; $n = 49$ e $r^2 = 0,369$. *A. cyclophora*.

	FV	SQ	gl	MQ	F	P
LD		1,847	1	1,847	4,100	0,049
Aspecto fígado		3,055	1	3,055	6,780	0,012
Erro		20,727	46	0,451		

Tabela 19 – Estimativa do L_{50} (mm) de *A. cyclophora* a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

estimativa	fêmeas	machos
L_{50}	412,787	355,211
IC-	402,267	353,526
IC+	423,306	356,895
E.P.A	5,164	0,827
r	0,935	0,926
r^2	0,875	0,990
n	383	4730

Tabela 20 - Análise de covariância do modelo IHS = constante + LD + aspecto fígado + aspecto fígado * LD; n = 19 e $r^2 = 0,514$. *A. platana*.

	FV	SQ	gl	MQ	F	P
LD		4,108	1	4,108	2,987	0,104
Aspecto fígado		13,321	1	13,321	9,686	0,007
Erro		20,628	15	1,375		

Tabela 21 – Estimativa do L_{50} (mm) de *A. platana* a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

estimativa	fêmeas	machos
L_{50}	550,065	501,810
IC-	546,905	501,659
IC+	553,225	501,961
E.P.A	1,531	0,073
r	0,996	0,994
r^2	0,994	0,90
n	77	810

Tabela 22 - Análise de covariância do modelo IHS = constante + LD+ aspecto fígado; n = 20 e $r^2 = 0,268$. *A. castelnaui*.

	FV	SQ	gl	MQ	F	P
LD		0,006	1	0,006	0,026	0,874
Aspecto fígado		1,513	1	1,513	6,151	0,024
Erro		4,182	1	0,246		

Tabela 23 – Estimativa do L_{50} (mm) de *A. castelnaui* a partir do modelo não linear $P = 1/[1+\exp(-r(-b(LD-(-a/b))))]$. Sendo IC = intervalo de confiança a 95%, E.P.A = erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

estimativa	fêmeas	machos
L_{50}	742,361	672,744
IC-	722,748	669,304
IC+	761,975	676,185
E.P.A	9,661	1,693
r	0,889	0,996
r^2	0,791	0,994
n	274	384

Tabela 24 - Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em fêmeas de *R. agassizi*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
LD = a + b * Rt	132,83	95,32	0,68**	205
LD = a*Rt ^b	218,27	0,57	0,71**	205
LD = a* e ^{b*Rt}	172,72	0,31	0,70**	205

Tabela 25 - Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em machos de *R. agassizi*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
LD = a + b * Rt	91,66	106,45	0,76**	90
LD = a*Rt ^b	196,15	0,61	0,76**	90
LD = a* e ^{b*Rt}	131,85	0,42	0,76**	90

Tabela 26 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *R. agassizi*.

Anel	n	LD Min	LD Max	LD Med	s	CV%
4	1			225,0		
5	1			236,0		
6	4	228	267	246,5	16,5831	6,7
7	2	245	253	249,0	5,6569	2,3
8	4	221	275	256,3	24,0191	9,4
9	6	265	312	287,8	20,2130	7,0
10	9	263	327	293,0	21,8002	7,4
11	11	257	337	298,6	24,9931	8,4
12	17	270	373	315,1	26,1234	8,3
13	25	280	355	311,7	18,7054	6,0
14	25	295	384	328,3	19,8946	6,1
15	22	283	364	322,4	20,1864	6,3
16	21	280	386	339,8	26,7275	7,9
17	24	295	373	334,4	21,7252	6,5
18	13	300	372	335,8	20,0493	6,0
19	10	308	363	331,8	15,6830	4,7
20	1			395,0		
21	3	339	396	375,3	31,5647	8,4
22	4	336	388	362,0	23,0507	6,4
23	2	336	407	371,5	50,2046	13,5

Tabela 27 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *R. agassizi*.

Anel	n	LD Min	LD Max	LD Med	s	CV%
3	1			210,0		
4	2	186	208	197,0	15,5563	7,9
5	1			207,0		
6	5	195	235	216,0	14,5602	6,7
7	13	212	249	230,5	11,5153	5,0
8	16	229	256	241,3	7,9391	3,3
9	14	230	275	248,1	14,2065	5,7
10	13	210	262	242,9	14,6484	6,0
11	2	276	278	277,0	1,4142	0,5
12	5	240	292	267,8	21,8906	8,2
13	4	232	312	283,5	35,8562	12,6
14	6	242	286	258,7	14,7468	5,7
15	5	250	284	266,2	15,6748	5,9
17	1			257,0		
19	1			315,0		
20	1			302,0		

Tabela 28 - Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de *R. agassizi*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anel	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
0	0,4914	213	
1	0,6761	213	0,1847
2	0,8343	213	0,1582
3	0,9676	213	0,1332
4	1,0899	213	0,1223
5	1,2026	212	0,1127
6	1,3067	211	0,1041
7	1,4058	207	0,0991
8	1,4976	204	0,0918
9	1,5873	197	0,0896
10	1,6719	191	0,0847
11	1,7490	182	0,0770
12	1,8263	171	0,0774
13	1,8899	154	0,0636
14	1,9554	129	0,0655
15	2,0017	102	0,0462
16	2,0592	78	0,0576
17	2,0986	57	0,0394
18	2,1239	33	0,0253
19	2,1190	20	0,0049
20	2,2040	10	0,0850
21	2,2556	9	0,0516
22	2,2750	6	0,0194
23	2,2950	2	0,0200

Tabela 29 - Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de *R. agassizi*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anel	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
0	0,4662	91	
1	0,6474	91	0,1812
2	0,7811	91	0,1337
3	0,9024	91	0,1213
4	1,0132	90	0,1108
5	1,1120	87	0,0987
6	1,1942	86	0,0822
7	1,2735	81	0,0793
8	1,3379	68	0,0645
9	1,3944	52	0,0565
10	1,4413	38	0,0469
11	1,4984	25	0,0571
12	1,5426	23	0,0442
13	1,5633	18	0,0207
14	1,5771	14	0,0138
15	1,6288	8	0,0516
16	1,6800	3	0,0513
17	1,7233	3	0,0433
18	1,7850	2	0,0617
19	1,8250	2	0,0400
20	1,7500	1	0,0750

Tabela 30 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *R. agassizi*.

Anel	n	LDr SPH	s	CV%
0	213	56,3	10,5913	18,8
1	213	84,2	14,1845	16,8
2	213	109,8	17,4169	15,9
3	213	132,3	20,2223	15,3
4	213	153,7	22,1043	14,4
5	212	173,5	23,0285	13,3
6	211	192,2	24,1000	12,5
7	207	209,4	24,8414	11,9
8	204	226,3	25,4570	11,2
9	197	242,4	26,2726	10,8
10	191	257,1	26,4845	10,3
11	182	270,0	26,4573	9,8
12	171	282,5	25,9314	9,2
13	154	292,5	24,4244	8,4
14	129	302,3	25,2712	8,4
15	102	309,5	24,7735	8,0
16	78	317,9	25,8253	8,1
17	57	322,3	23,5918	7,3
18	33	327,2	23,3074	7,1
19	20	334,4	25,7143	7,7
20	10	351,1	31,7611	9,0
21	9	356,7	30,7154	8,6
22	6	357,2	29,6260	8,3
23	2	366,4	48,7422	13,3

Tabela 31 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *R. agassizi*.

Anel	n	LDr SPH	s	CV%
0	91	61,1	9,0976	14,9
1	91	91,7	13,2847	14,5
2	91	115,7	16,0972	13,9
3	91	138,3	18,8635	13,6
4	90	158,9	19,8938	12,5
5	87	177,3	19,8823	11,2
6	86	193,1	19,8877	10,3
7	81	207,6	20,5011	9,9
8	68	217,7	20,9193	9,6
9	52	224,9	20,8704	9,3
10	38	230,6	20,9584	9,1
11	25	238,3	23,9722	10,1
12	23	245,9	23,9661	9,7
13	18	251,0	23,8616	9,5
14	14	251,8	14,5225	5,8
15	8	258,9	15,8810	6,1
16	3	264,0	18,9461	7,2
17	3	272,5	19,0895	7,0
18	2	291,2	11,4049	3,9
19	2	299,3	11,0460	3,7
20	1	297,8		

Tabela 32 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de *R. agassizi*, n = número de exemplares em cada classe etária LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
4	1	225	145	168	187	205	220																			
5	1	236	144	182	198	214	224	234																		
6	4	247	135	171	195	211	224	232	242																	
7	3	401	141	168	191	209	222	231	238	245																
8	4	256	135	158	181	200	215	227	237	247	252															
9	6	288	151	178	199	218	234	248	260	269	277	284														
10	9	293	143	174	199	217	231	245	256	267	276	284	290													
11	11	299	140	170	194	211	225	238	249	259	268	280	287	294												
12	17	315	148	180	204	222	238	251	263	273	282	292	300	306	312											
13	25	312	145	174	195	213	228	242	254	265	275	284	292	299	305	309										
14	25	328	149	180	203	220	234	248	260	272	282	292	301	308	315	320	325									
15	22	322	137	165	186	205	220	234	247	258	269	278	287	295	302	309	315	320								
16	21	340	150	179	202	220	236	251	263	274	283	292	301	308	316	324	330	336	338							
17	24	334	144	171	193	209	224	237	249	260	270	279	288	295	303	310	316	322	327	331						
18	13	336	142	171	191	208	223	235	246	256	267	277	285	293	300	307	313	319	325	330	334					
19	10	332	147	170	191	207	220	233	243	253	260	269	276	283	291	298	304	310	315	320	325	329				
20	1	395	188	217	237	248	263	272	283	299	311	318	326	338	345	352	359	367	372	379	383	389	392			
21	3	375	168	199	220	237	253	264	273	282	292	299	308	317	324	331	337	344	350	355	361	365	369	373		
22	4	362	159	182	203	219	232	244	254	264	273	281	289	297	304	310	317	323	330	334	341	347	351	356	360	
23	2	372	171	199	224	237	248	259	268	279	287	295	303	310	316	321	328	334	340	346	351	355	358	363	365	369
Média ponderada			146	175	197	214	229	242	254	265	275	284	293	300	307	313	320	324	330	332	337	344	362	363	362	369

Tabela 33 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de *R. agassizi*, n = número de exemplares em cada classe etária LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	1	210	128	162	185	205																	
4	2	197	118	144	161	181	194																
5	1	207	124	145	163	182	198	206															
6	5	216	121	150	168	181	196	206	213														
7	13	231	119	148	168	183	196	210	220	227													
8	16	241	123	155	172	191	204	215	224	232	238												
9	14	248	121	152	173	188	200	212	221	231	238	244											
10	13	243	118	143	161	178	193	203	212	221	228	235	240										
11	2	277	131	155	171	186	204	217	230	242	252	260	266	273									
12	5	268	124	147	166	179	193	208	219	229	238	246	253	259	264								
13	4	284	137	165	181	196	208	221	230	241	248	257	263	269	275	280							
14	6	259	124	145	159	176	187	197	207	216	223	230	236	241	247	252	257						
15	6	285	128	151	168	180	191	203	213	221	228	235	240	246	251	255	259	264					
17	2	203	118	143	155	166	177	184	194	200	207	215	220	226	233	238	242	248	251	255			
19	2	378	149	167	183	196	210	225	233	243	251	259	267	272	278	285	288	294	299	303	307	311	
20	1	302	134	157	178	186	202	213	224	233	240	246	252	258	262	267	273	276	282	287	292	297	300
Média ponderada			123	150	169	184	197	209	218	227	235	240	245	254	258	261	260	272	277	281	302	306	300

Tabela 34 – Estimativas dos Parâmetros de crescimento de *R. agassizi* a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k^*(t - t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

Parâmetro	Fêmeas	Machos
L_{∞} (mm)	425	289
I.C	413,906: 436,647	279,983 : 297,882
E.P.A.	5,799	4,560
K (ano ⁻¹)	0,078	0,142
I.C	0,074 : 0,082	0,131 : 0,154
E.P.A.	0,002	0,006
t_0 (ano ⁻¹)	-1,811	-1,653
I.C	-1,926 : -1,695	-1,811 : -1,495
E.P.A.	0,059	0,080
r	0,96	0,95
r^2	0,92	0,90
n	205	90

Tabela 35 - Valores da largura do disco – $LD_{m\acute{a}x}$ (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - $T_{m\acute{a}x}$ (anos) para *R. agassizi*.

	Fêmeas	Machos
$LD_{m\acute{a}x}$	407	305
Idade máxima	23	20
ϕ'	4,15	4,07
$T_{m\acute{a}x}$	36,6	19,4

Tabela 36 - Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em fêmeas de *A. cyclophora*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	87,953	143,44	0,92**	170
$LD = a * Rt^b$	221,48	0,7664	0,94**	170
$LD = a * e^{b * Rt}$	148,35	0,4487	0,80**	170

Tabela 37 - Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em machos de *A. cyclophora*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	149,55	75,533	0,90**	113
$LD = a * Rt^b$	220,53	0,7672	0,91**	113
$LD = a * e^{b * Rt}$	137,51	0,4992	0,80**	113

Tabela 38 - Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras para sexo agrupado de *A. cyclophora*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	146,05	82,094	0,92**	283
$LD = a * Rt^b$	220,82	0,7687	0,94**	283
$LD = a * e^{b * Rt}$	145,56	0,4606	0,90**	283

Tabela 39 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *A. cyclophora*.

Anel	n	LD Min.	LD Max.	Med	s	Cv(%)
1	1	154	154	154,0		
2	2	199	202	200,5	2,1213	1,1
3	5	175	189	181,8	5,8907	3,2
4	1	267	267	267,0		
5	3	213	261	234,3	24,4404	10,4
6	4	210	290	262,5	35,7445	13,6
7	2	241	285	263,0	31,1127	11,8
9	5	255	317	286,2	29,0981	10,2
10	4	306	331	321,0	11,8603	3,7
11	3	265	327	293,0	31,4325	10,7
12	4	300	379	350,3	35,7060	10,2
13	9	334	432	383,6	31,8870	8,3
14	14	334	422	377,4	31,8427	8,4
15	15	335	487	412,3	39,3948	9,6
16	15	339	450	417,7	26,5638	6,4
17	17	408	477	432,6	20,5972	4,8
18	23	376	460	425,3	19,9869	4,7
19	16	407	473	433,2	18,3020	4,2
20	9	418	460	435,1	13,8964	3,2
21	10	405	483	433,0	24,6171	5,7
22	2	434	447	440,5	9,1924	2,1
23	4	420	433	426,8	5,8523	1,4
24	1	443	443	443,0		

Tabela 40 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *A. cyclophora*.

Anel	n	LD Min.	LD Max.	Med	s	CV(%)
2	1	168	168	168,0		
3	4	185	209	200,5	10,6301	5,3
4	5	202	268	226,8	25,5578	11,3
5	5	198	239	217,4	16,2880	7,5
6	4	216	244	229,3	11,8145	5,2
7	6	234	290	261,2	20,0341	7,7
8	7	242	320	275,7	30,9985	11,2
9	4	190	320	275,5	59,2256	21,5
10	2	293	296	294,5	2,1213	0,7
11	9	300	383	356,1	28,1445	7,9
12	8	289	390	336,3	33,8642	10,1
13	7	301	382	356,0	27,8747	7,8
14	13	348	409	375,5	19,1556	5,1
15	10	319	431	381,5	33,8994	8,9
16	11	359	441	391,2	24,1695	6,2
17	6	356	397	380,0	16,4195	4,3
18	6	366	391	379,5	8,8261	2,3
19	3	388	456	417,7	34,8186	8,3
21	2	398	430	414,0	22,6274	5,5

Tabela 41 - Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de *A. cyclophora*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anel	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
0	0,5689	170	
1	0,7160	170	0,1471
2	0,8540	169	0,1380
3	0,9829	167	0,1289
4	1,1062	162	0,1234
5	1,2167	161	0,1105
6	1,3222	158	0,1055
7	1,4281	154	0,1059
8	1,5307	152	0,1025
9	1,6230	152	0,0924
10	1,7229	147	0,0999
11	1,8143	143	0,0914
12	1,9040	140	0,0897
13	1,9924	136	0,0884
14	2,0706	127	0,0782
15	2,1486	113	0,0780
16	2,2128	98	0,0642
17	2,2848	82	0,0720
18	2,3249	65	0,0402
19	2,3583	42	0,0334
20	2,3823	26	0,0240
21	2,4106	17	0,0283
22	2,4200	7	0,0094
23	2,4020	5	0,0180
24	2,6000	1	0,1980

Tabela 42 - Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de *A. cyclophora*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anel	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
0	0,5496	113	
1	0,6871	113	0,1374
2	0,8149	113	0,1278
3	0,9344	112	0,1195
4	1,0467	109	0,1123
5	1,1506	104	0,1039
6	1,2508	99	0,1002
7	1,3493	95	0,0985
8	1,4464	89	0,0971
9	1,5473	82	0,1009
10	1,6346	78	0,0873
11	1,7157	75	0,0811
12	1,7887	67	0,0729
13	1,8712	59	0,0825
14	1,9292	52	0,0580
15	1,9764	39	0,0472
16	2,0307	29	0,0543
17	2,0624	17	0,0317
18	2,1455	11	0,0831
19	2,2740	5	0,1285
20	2,2300	2	0,0440
21	2,2850	2	0,0550

Tabela 43 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr BPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (BPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *A. cyclophora*.

Idade	n	LDr BPH	s	CV%
0	170	143,8	10,614	7,4
1	170	171,5	13,254	7,7
2	169	196,3	16,110	8,2
3	167	218,6	18,336	8,4
4	162	239,9	18,433	7,7
5	161	257,7	19,415	7,5
6	158	274,9	21,091	7,7
7	154	291,6	21,812	7,5
8	152	307,4	22,996	7,5
9	152	321,5	24,845	7,7
10	147	336,7	24,899	7,4
11	143	350,1	26,478	7,6
12	140	363,5	25,655	7,1
13	136	375,6	25,682	6,8
14	127	386,2	26,057	6,7
15	113	397,4	25,496	6,4
16	98	405,2	22,288	5,5
17	82	412,8	21,292	5,2
18	65	416,4	19,503	4,7
19	42	420,8	19,103	4,5
20	26	422,3	18,717	4,4
21	17	424,8	19,686	4,6
22	7	424,9	10,797	2,5
23	5	426,2	8,328	2,0
24	1	440,4		

Tabela 44 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr BPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (BPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *A. cyclophora*.

Idade	n	LDr BPH	s	CV%
0	113	139,5	12,0447	8,6
1	113	165,4	15,7617	9,5
2	113	188,5	18,9361	10,0
3	112	209,5	20,7481	9,9
4	109	228,5	22,8486	10,0
5	104	245,4	24,5692	10,0
6	99	262,2	25,6598	9,8
7	95	278,2	26,3707	9,5
8	89	293,9	28,2212	9,6
9	82	309,0	28,4920	9,2
10	78	323,2	25,6021	7,9
11	75	334,6	25,7724	7,7
12	67	342,9	25,2267	7,4
13	59	354,6	24,2596	6,8
14	52	364,1	23,7266	6,5
15	39	370,4	25,0151	6,8
16	29	375,5	21,8726	5,8
17	17	376,6	18,4931	4,9
18	11	385,8	21,3120	5,5
19	5	405,4	27,1675	6,7
20	2	402,9	21,8199	5,4
21	2	410,6	23,3513	5,7

Tabela 45 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de *A. cyclophora*, n = número de exemplares em cada classe etária LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	154	133	148																							
2	2	201	146	168	189																						
3	5	182	126	144	161	176																					
4	1	267	165	189	207	229	261																				
5	3	234	132	157	178	197	215	228																			
6	4	263	144	170	194	216	230	244	256																		
7	2	263	136	162	188	205	222	238	249	258																	
9	5	286	141	165	185	205	224	238	250	263	273	281															
10	4	321	143	173	202	224	242	254	270	285	298	308	317														
11	3	293	130	156	173	190	209	226	240	254	264	273	281	288													
12	4	350	158	182	206	229	250	266	280	293	304	317	328	338	345												
13	9	384	152	183	210	236	257	277	294	309	324	337	350	361	371	379											
14	14	377	143	172	196	218	240	260	277	291	306	319	332	344	353	363	372										
15	15	412	147	178	206	230	251	268	286	303	320	336	350	364	376	388	398	407									
16	15	418	148	178	203	226	247	266	283	300	316	334	348	362	374	386	395	403	412								
17	18	435	147	176	201	226	246	265	284	303	321	337	352	366	380	392	403	412	421	428							
18	23	425	143	172	197	219	239	257	275	292	308	323	338	352	366	377	388	398	407	415	421						
19	16	433	142	171	198	220	239	259	276	292	307	321	334	347	360	372	384	395	405	415	422	429					
20	9	435	145	172	195	218	237	256	272	288	302	317	331	343	354	367	379	389	399	410	418	425	432				
21	10	433	139	164	188	210	229	248	264	280	296	309	323	335	348	360	371	381	391	400	409	416	421	429			
22	2	441	146	170	192	215	230	245	259	274	292	305	317	330	342	356	371	380	392	400	412	421	425	431	436		
23	4	427	141	166	186	203	222	240	254	269	282	295	309	319	333	345	357	365	373	380	389	396	404	411	418	423	
24	1	443	138	166	185	204	223	236	250	263	287	299	312	324	332	342	353	367	374	382	396	406	414	422	430	437	440
Média ponderada			144	172	196	219	240	258	275	292	308	322	337	350	364	376	387	398	406	413	416	421	422	425	425	426	440

Tabela 46 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de *A. cyclophora*, n = número de exemplares em cada classe etária LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2	1	168	128	149	165																			
3	4	201	130	151	176	188																		
4	5	227	139	166	186	206	218																	
5	5	217	130	149	167	183	200	213																
6	4	229	131	155	171	189	205	217	225															
7	6	261	136	159	178	201	217	232	244	255														
8	7	276	141	163	182	202	219	234	249	261	270													
9	4	276	134	154	172	191	211	223	236	248	259	270												
10	2	295	150	176	193	208	225	239	253	263	272	281	290											
11	9	356	146	174	201	224	245	265	284	301	319	333	343	350										
12	8	336	146	173	195	217	234	252	265	280	292	304	315	324	332									
13	7	356	138	167	196	215	239	256	269	284	298	310	322	334	342	350								
14	13	376	140	170	195	218	239	257	274	290	304	318	332	343	353	363	371							
15	10	382	143	172	199	222	240	256	271	287	302	315	328	340	352	361	369	377						
16	11	391	141	166	192	214	235	254	271	287	301	315	328	339	349	362	371	379	387					
17	6	380	141	165	188	208	225	242	258	267	285	299	312	323	335	346	355	363	369	375				
18	6	380	134	163	186	208	223	237	252	268	282	295	306	315	326	336	346	354	361	369	375			
19	3	418	137	164	185	206	226	241	257	275	289	302	315	327	336	348	358	368	376	392	400	407		
21	2	414	143	166	185	202	219	234	247	258	272	285	296	310	322	332	344	353	364	373	388	394	403	411
Média ponderada			139	165	188	209	229	245	262	278	294	309	323	335	343	354	364	370	375	376	384	402	403	411

Tabela 47 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) para sexos agrupados de *A. cyclophora*, n = número de exemplares em cada classe etária LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	154	133	148																							
2	3	190	140	162	181																						
3	9	190	127	147	167	180																					
4	6	234	143	169	190	210	225																				
5	8	224	130	152	171	188	205	218																			
6	8	246	137	162	183	202	217	230	241																		
7	8	262	136	160	181	202	218	233	245	255																	
8	7	276	141	162	182	202	218	234	249	261	270																
9	9	281	138	160	179	199	218	231	244	256	267	276															
10	6	312	145	174	198	218	236	249	264	278	289	298	308														
11	12	340	142	169	194	215	235	255	273	289	305	318	327	333													
12	12	341	149	175	198	221	239	257	270	284	296	308	319	329	337												
13	16	372	146	176	204	226	249	267	283	298	313	325	338	349	359	366											
14	27	377	141	171	195	218	239	258	275	291	305	318	332	343	353	363	372										
15	25	400	145	175	203	226	246	263	280	296	313	327	341	354	366	377	387	395									
16	26	407	145	173	198	221	242	261	278	294	310	325	339	352	363	376	385	393	402								
17	24	421	145	172	198	221	240	258	277	293	311	327	341	355	368	380	391	399	407	415							
18	29	416	141	170	194	217	235	252	270	287	302	317	331	345	357	368	379	389	397	405	411						
19	19	431	141	168	194	216	235	254	270	287	302	315	329	342	354	366	377	388	397	410	418	425					
20	9	435	145	171	194	217	236	256	271	288	301	317	331	343	354	367	379	389	399	410	418	425	432				
21	12	430	139	164	187	209	227	246	261	276	292	305	318	330	344	355	367	376	387	395	405	412	418	426			
22	2	441	146	170	191	215	230	245	258	273	292	305	317	330	341	355	370	380	392	400	412	421	425	431	436		
23	4	427	140	166	185	203	222	239	254	269	281	295	309	319	333	345	357	365	372	380	389	396	404	411	418	423	
24	1	443	137	166	185	203	223	235	249	263	287	299	312	323	332	342	353	367	374	382	395	406	414	422	430	436	440
Média ponderada			142	169	193	214	235	253	270	286	302	317	332	345	357	369	380	390	398	406	411	418	421	423	425	426	440

Tabela 48 – Estimativa dos parâmetros de crescimento de *A. cyclophora* a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k(t-t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

Parâmetro agrupados	Fêmeas	Machos	Sexos
LD_{∞} (mm)	518	478	523
I.C	507,095 : 529,179	458,305 : 496,977	512,141 : 534,871
E.P.A.	5,631	9,857	5,797
K (ano ⁻¹)	0,073	0,077	0,068
I.C	0,069 : 0,077	0,069 : 0,084	0,065 : 0,072
E.P.A.	0,002	0,004	0,002
t_0 (ano ⁻¹)	-4,485	-4,518	-4,641
I.C	-4,681 : -4,289	-4,840 : -4,196	-4,820 : -4,461
E.P.A.	0,100	0,164	0,092
r	0,97	0,95	0,96
r^2	0,94	0,90	0,92
n	170	113	283

Tabela 49 – Valores da largura do disco – $LD_{máx}$ (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - $T_{máx}$ (anos) para *A. cyclophora*.

	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
$LD_{máx}$	487	456	487
Idade máxima	24	21	24
ϕ'	4,29	4,25	4,28
$T_{máx}$	36,6	34,4	38,8

Tabela 50 – Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em fêmeas de *A. platana*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	154,16	134,86	0,93**	84
$LD = a * Rt^b$	266,08	0,6785	0,94**	84
$LD = a * e^{b * Rt}$	228,77	0,2956	0,90**	84

Tabela 51 – Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em machos de *A. platana*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	179,6	122,42	0,77**	74
$LD = a * Rt^b$	264,19	0,6671	0,87**	74
$LD = a * e^{b * Rt}$	217,97	0,3136	0,76**	74

Tabela 52 – Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras, sexos agrupados de *A. platana*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	159,63	131,58	0,88**	158
$LD = a * Rt^b$	264,76	0,6749	0,91**	158
$LD = a * e^{b * Rt}$	225,44	0,3008	0,85**	158

Tabela 53 – Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *A. platana*.

Anel	n	LD Min.	LD Max.	LD Med	s	CV%
6	1			212,0		
7	1			338,0		
8	1			351,0		
9	2	355	358	356,5	2,1213	0,6
10	2	350	403	376,5	37,4767	10,0
11	3	322	407	358,7	43,6845	12,2
12	8	329	605	471,1	108,7861	20,0
13	9	323	635	504,6	89,7693	17,8
14	8	330	611	472,5	89,6374	19,0
15	3	564	620	592,3	28,0060	4,7
16	7	404	633	552,3	81,9547	14,8
17	9	450	600	532,8	51,4436	9,7
18	7	479	610	543,9	53,2586	9,8
19	5	395	620	534,6	96,5521	18,1
20	9	485	612	569,8	36,2828	6,4
21	1			615,0		
22	3	575	638	612,7	33,2616	5,4
23	5	510	605	569,8	37,9961	6,7

Tabela 54 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *A. platana*.

Anel	n	Min	Max	Media	s	CV%
8	2	236	289	262,5	37,4767	14,3
9	2	244	279	261,5	24,7487	9,5
10	1			513,0		
11	1			417,0		
12	1			424,0		
13	5	323	544	480,0	91,0741	19,0
14	6	497	543	524,3	16,9902	3,2
15	10	427	548	503,2	40,1409	8,0
16	9	486	533	513,4	15,1914	3,0
17	6	432	529	495,0	34,3395	6,9
18	9	478	550	520,8	23,9624	4,6
19	6	507	531	519,7	9,4587	1,8
20	9	508	537	521,7	9,2736	1,8
21	5	496	538	510,8	16,4682	3,2
22	2	489	530	509,5	28,9914	5,7

Tabela 55 – Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de *A. platana*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anéis	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
1	0,7819	84	
2	0,9779	84	0,1960
3	1,1479	84	0,1700
4	1,3017	84	0,1538
5	1,4507	84	0,1490
6	1,5857	84	0,1350
7	1,7195	83	0,1338
8	1,8467	82	0,1272
9	1,9723	81	0,1256
10	2,0956	79	0,1232
11	2,2252	77	0,1296
12	2,3535	74	0,1283
13	2,4471	66	0,0936
14	2,5211	57	0,0739
15	2,6408	49	0,1198
16	2,7124	46	0,0716
17	2,7500	39	0,0376
18	2,8337	30	0,0837
19	2,9357	23	0,1020
20	3,0339	18	0,0982
21	3,0022	9	0,0000
22	3,0025	8	0,0003
23	2,8780	5	0,0000

Tabela 56 - Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de *A. platana*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anéis	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
1	0,7204	74	
2	0,9042	74	0,1838
3	1,0639	74	0,1597
4	1,2089	74	0,1450
5	1,3441	74	0,1351
6	1,4739	74	0,1299
7	1,5953	74	0,1214
8	1,7161	74	0,1208
9	1,8563	72	0,1402
10	1,9936	70	0,1373
11	2,0948	69	0,1012
12	2,1987	68	0,1039
13	2,2961	67	0,0974
14	2,3805	62	0,0844
15	2,4498	56	0,0693
16	2,5070	46	0,0571
17	2,5676	37	0,0606
18	2,6397	31	0,0721
19	2,7286	22	0,0890
20	2,7776	17	0,0490
21	2,6600	7	0,0000
22	2,8100	2	0,1500

Tabela 57 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *A. platana*.

Idade	n	LDr SPH	s	CV%
1	84	95,8	23,7174	20,0
2	84	130,3	28,1337	21,6
3	84	162,8	33,2532	20,0
4	84	193,7	38,8683	20,1
5	84	224,9	43,8527	19,5
6	84	254,3	46,5114	18,3
7	83	282,8	50,2199	17,8
8	82	311,1	54,1088	17,4
9	81	339,2	58,1126	17,1
10	79	366,2	62,7617	17,1
11	77	393,5	68,1596	17,3
12	74	420,2	72,1465	17,2
13	66	439,3	69,8202	15,9
14	57	453,3	64,9549	14,3
15	49	473,5	61,6778	13,0
16	46	490,3	58,9277	12,0
17	39	501,6	52,9186	10,6
18	30	516,7	53,1071	10,3
19	23	533,4	55,9977	10,5
20	18	553,0	44,3852	8,0
21	9	560,8	46,7551	8,3
22	8	568,0	47,1502	8,3
23	5	561,6	39,0727	7,0

Tabela 58 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *A. platana*.

Idade	n	LDr SPH	s	CV%
1	74	96,2	25,1130	20,1
2	74	128,9	29,7084	20,0
3	74	159,1	33,6091	20,1
4	74	187,6	35,8563	19,1
5	74	215,0	39,6842	18,5
6	74	242,2	44,2408	18,3
7	74	268,4	49,4318	18,4
8	74	295,0	51,8944	17,6
9	72	323,3	53,6183	16,6
10	70	351,8	53,5908	15,2
11	69	374,8	51,4407	13,7
12	68	397,6	51,7206	13,0
13	67	419,4	52,9740	12,6
14	62	436,9	47,2309	10,8
15	56	450,2	41,0172	9,1
16	46	461,0	34,3770	7,5
17	37	470,4	30,5073	6,5
18	31	485,1	29,4807	6,1
19	22	492,2	25,6087	5,2
20	17	502,2	22,0799	4,4
21	7	499,4	22,7980	4,6
22	2	506,0	30,6474	6,1

Tabela 59 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de *A. platana*, n = número de exemplares em cada classe etária
 $LD_{\text{Médio}}$ = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6	1	212	56	84	111	144	175	197																	
7	1	338	92	148	207	252	279	297	319																
8	1	351	108	147	173	198	229	264	294	332															
9	2	357	102	122	150	181	206	245	273	306	343														
10	2	377	105	145	179	216	241	264	287	321	347	367													
11	3	359	93	117	138	163	186	211	233	262	287	308	341												
12	8	471	95	138	173	204	236	272	303	338	371	399	429	456											
13	10	488	88	121	159	197	234	265	301	336	367	401	434	465	491										
14	8	473	111	145	178	209	242	272	296	321	346	373	395	418	443	462									
15	3	592	99	146	187	227	267	295	336	378	419	454	481	508	536	555	580								
16	7	552	114	149	183	221	258	292	321	348	375	402	430	455	476	501	518	540							
17	9	533	92	124	155	186	218	242	267	294	323	356	383	407	431	452	473	500	521						
18	7	544	88	122	152	181	212	244	271	297	322	344	371	395	419	444	467	491	511	532					
19	5	535	117	152	182	204	227	246	269	290	318	345	378	392	416	439	460	478	493	506	526				
20	9	570	86	120	147	174	204	233	258	287	315	340	363	389	413	434	457	481	503	524	545	561			
21	1	615	74	126	161	192	227	276	308	333	359	380	411	431	441	461	482	506	527	563	583	603	610		
22	3	613	96	128	163	189	216	243	265	285	311	335	362	385	406	430	455	481	503	530	554	577	592	607	
23	5	570	78	107	137	160	185	214	242	263	287	306	327	345	366	389	410	434	453	475	498	514	532	545	562
Média ponderada			96	130	163	194	225	254	283	311	340	367	394	421	440	453	474	490	502	517	533	553	561	568	562

Tabela 60 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de *A. platana*, n = número de exemplares em cada classe etária
 LDMédio = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	2	263	141	164	185	205	219	233	246	257														
9	2	262	152	174	190	205	219	229	239	249	256													
10	1	513	227	277	326	351	382	412	441	463	483	500												
11	1	417	197	229	262	287	304	319	341	366	387	404	414											
12	1	424	188	221	250	278	304	324	342	359	376	389	401	415										
13	5	480	235	267	302	324	345	368	388	405	419	433	449	461	472									
14	6	524	238	276	307	335	360	381	404	427	446	464	481	494	506	517								
15	10	503	232	267	298	323	347	370	389	406	423	440	453	466	477	488	497							
16	9	513	212	249	276	304	325	349	369	388	408	426	441	456	471	484	497	507						
17	6	495	210	252	278	302	323	342	361	381	400	416	429	439	450	462	474	482	490					
18	9	521	226	262	291	312	331	349	368	385	402	416	433	446	461	472	484	496	505	515				
19	6	520	191	229	256	280	302	323	341	361	379	397	412	428	442	456	469	481	493	504	515	521		
20	9	522	204	231	258	284	308	327	342	361	381	399	415	431	444	457	469	482	492	501	510	517		
21	5	511	193	233	261	288	310	330	347	360	374	391	407	421	431	440	452	463	473	480	488	498	506	
22	2	510	184	212	235	256	276	295	314	331	349	366	388	405	417	431	440	452	466	478	486	495	502	508
Média ponderada			211	246	275	299	321	341	360	378	399	420	434	448	461	472	479	486	491	501	504	512	505	508

Tabela 61 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) para sexos agrupados de *A. platana*, n = número de exemplares em cada classe etária LDMédio = largura do disco médio na captura.

Anéis	n	LDMed	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6	1	212	111	135	155	176	193	205																	
7	1	338	180	227	266	293	308	318	329																
8	3	292	160	186	206	225	241	257	271	285															
9	4	309	173	193	211	231	246	263	276	290	303														
10	3	422	210	250	283	308	329	348	367	386	402	415													
11	4	373	189	213	234	255	271	287	303	322	338	351	366												
12	9	466	212	254	285	310	333	356	376	396	415	429	444	458											
13	15	485	221	256	292	320	346	368	391	411	427	445	462	476	489										
14	14	495	234	269	299	324	348	369	388	406	423	439	453	466	479	489									
15	13	524	234	273	306	333	359	381	402	422	441	458	471	485	497	508	518								
16	16	530	230	266	295	325	349	372	392	411	429	447	462	476	489	503	514	524							
17	15	518	219	257	286	312	336	354	373	391	410	429	444	456	468	480	491	503	512						
18	16	531	224	261	290	313	335	356	376	393	410	424	441	454	468	481	493	505	515	525					
19	11	526	219	255	282	303	323	342	359	376	395	412	429	442	455	469	482	492	502	511	522	520			
20	18	546	214	248	275	301	326	347	364	384	403	421	436	452	465	478	490	503	514	524	534	542			
21	6	528	196	240	269	297	320	343	361	375	390	406	423	436	446	455	467	478	489	498	507	517	524		
22	5	571	221	256	286	309	331	352	370	386	404	420	440	455	468	481	494	507	520	534	544	555	562	569	
23	5	570	217	252	285	307	330	354	376	392	409	422	435	447	459	473	486	500	510	522	534	542	551	558	566
Média ponderada			217	253	283	308	331	352	372	390	410	429	445	461	474	484	496	504	510	520	528	535	544	563	566

Tabela 62 – Estimativa dos parâmetros de crescimento de *A. platana* a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k*(t-t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

Parâmetro agrupados	Fêmeas	Machos	Sexos
LD_{∞} (mm)	823	733	788
I.C	747,372 : 897,701	674,582 : 791,476	736,662 : 839,251
E.P.A.	38,315	29,791	16,628
K (ano ⁻¹)	0,052	0,057	0,053
I.C	0,044 : 0,061	0,049 : 0,065	0,047 : 0,059
E.P.A.	0,004	0,004	0,003
t_0 (ano ⁻¹)	-1,225	-1,267	-1,249
I.C	-1,540 : -0,910	-1,566 : -0,968	-1,477 : -1,021
E.P.A.	0,161	0,152	0,116
r	0,93	0,94	0,93
r^2	0,87	0,88	0,87
n	84	74	158

Tabela 63 – Valores da largura do disco – $LD_{máx}$ (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - $T_{máx}$ (anos) para *A. platana*.

	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
$LD_{máx}$	638	550	638
Idade máxima	23	22	23
ϕ'	4,55	4,44	4,43
$T_{máx}$	56,4	51,3	57,7

Tabela 64 – Coeficientes a partir da regressão da largura do disco- LD (mm) sobre o raio total- Rt (mm) das vértebras em fêmeas de *A. castelnaui*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	61,04	151,16	0,93**	100
$LD = a * Rt^b$	193,5	0,896	0,96**	100
$LD = a * e^{b * Rt}$	166,74	0,3528	0,86**	100

Tabela 65 – Coeficientes a partir da regressão da largura do disco-LD (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras em machos de *A. castelnaui*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	47,989	155,46	0,95**	87
$LD = a * Rt^b$	185,08	0,9388	0,97**	87
$LD = a * e^{b * Rt}$	150,26	0,3949	0,88**	87

Tabela 66 – Coeficientes a partir da regressão da largura do disco-LD (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras, sexos agrupados de *A. castelnaui*. ** $P < 0,01$.

Modelo	a	b	r^2	n
$LD = a + b * Rt$	55,341	152,94	0,94**	187
$LD = a * Rt^b$	189,59	0,9149	0,97**	187
$LD = a * e^{b * Rt}$	159,91	0,3691	0,87**	187

Tabela 67 – Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *A. castelnaui*.

Anel	n	LDmin	LDmax	LDmed	s	CV(%)
1	2	130	137	133,5	4,9497	3,7
2	2	143	146	144,5	2,1213	1,5
3	1			160,0		
4	2	259	331	295,0	50,9117	17,3
5	1			185,0		
6	2	215	222	218,5	4,9497	2,3
7	1			215,0		
8	9	270	514	405,7	79,6524	19,6
9	8	392	467	424,0	24,5648	5,8
10	11	242	486	399,2	76,5883	19,2
11	10	292	499	389,1	73,6832	18,9
12	7	368	665	498,7	94,3888	18,9
13	5	398	577	509,2	68,6491	13,5
14	10	428	710	563,9	114,0813	20,0
15	3	460	654	570,7	99,8465	17,5
16	5	444	720	633,2	112,9323	17,8
17	4	699	745	717,8	20,9026	2,9
18	1			800,0		
19	4	525	790	669,5	115,2230	17,2
20	2	590	636	613,0	32,5269	5,3
21	1			669,0		
22	3	715	775	742,7	30,2710	4,1
24	2	733	738	735,5	3,5355	0,5
25	1			738,0		
26	1			807,0		
29	2	686	775	730,5	62,9325	8,6

Tabela 68 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LD (mm) para valores mínimos (LD Min.), máximos (LD Max.) e médios (LD Méd.), com n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *A. castelnaui*.

Anel	n	LDmin	LDMax	LDMed	s	CV(%)
2	2	132	149	140,5	12,0208	8,6
3	2	162	169	165,5	4,9497	3,0
4	3	163	206	186,3	21,7332	11,7
6	5	195	280	227,6	32,3543	14,2
7	3	340	383	356,0	23,5160	6,6
8	11	232	470	341,8	65,7219	19,2
9	10	245	523	417,8	80,5354	19,3
10	10	368	557	459,0	79,3501	17,3
11	5	387	460	427,8	27,3441	6,4
12	5	466	634	549,2	67,5367	12,3
13	4	413	473	444,8	26,9367	6,1
14	6	489	656	574,8	72,3779	12,6
15	3	570	596	584,0	13,1149	2,2
16	5	497	765	640,2	95,6802	14,9
17	3	620	760	684,3	70,6847	10,3
18	1			685,0		
19	1			568,0		
20	1			637,0		
21	3	643	680	656,0	20,8087	3,2
23	3	614	680	644,7	33,2466	5,2
24	1			701,0		
30	1			710,0		
31	1			733,0		
33	1			650,0		

Tabela 69 – Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de fêmeas de *A. castelnaui*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anéis	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
1	0,8920	100	
2	1,1204	98	0,2284
3	1,3221	96	0,2017
4	1,5142	96	0,1921
5	1,6895	93	0,1753
6	1,8610	92	0,1715
7	2,0488	90	0,1878
8	2,2165	89	0,1677
9	2,3610	80	0,1445
10	2,5232	73	0,1622
11	2,7066	62	0,1835
12	2,9438	52	0,2372
13	3,0711	45	0,1273
14	3,2435	40	0,1724
15	3,3990	30	0,1555
16	3,5411	27	0,1421
17	3,6664	22	0,1253
18	3,6578	18	-0,0086
19	3,7029	17	0,0452
20	3,8533	12	0,1504
21	4,0340	10	0,1807
22	4,1756	9	0,1416
23	4,1900	6	0,0144
24	4,2983	6	0,1083
25	4,4540	5	0,1557
26	4,5750	4	0,1210
27	4,6200	3	0,0450
28	4,8000	2	0,1800
29	4,8900	2	0,0900

Tabela 70 – Espaçamento entre anéis opacos em vértebras de machos de *A. castelnaui*, onde d = distância (mm) e i = iésimo anel.

Anéis	d _{Média}	n	d _{i+1} -d _i
1	0,8803	87	
2	1,0901	87	0,2098
3	1,2925	85	0,2024
4	1,4780	83	0,1855
5	1,6719	80	0,1939
6	1,8384	80	0,1665
7	2,0388	75	0,2004
8	2,1894	72	0,1506
9	2,3954	61	0,2060
10	2,5444	52	0,1490
11	2,6988	42	0,1544
12	2,8851	37	0,1863
13	2,9834	32	0,0983
14	3,1679	28	0,1844
15	3,2473	22	0,0794
16	3,3326	19	0,0854
17	3,4300	15	0,0974
18	3,4915	13	0,0615
19	3,6067	12	0,1151
20	3,6580	10	0,0513
21	3,7456	9	0,0876
22	3,7600	6	0,0144
23	3,8450	6	0,0850
24	4,2033	3	0,3583
25	4,1850	2	-0,0183
26	4,2800	2	0,0950
27	4,3700	2	0,0900
28	4,4750	2	0,1050
29	4,5750	2	0,1000
30	4,6500	2	0,0750
31	4,7700	1	0,1200

Tabela 71 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Fêmeas de *A. castelnaui*.

Anel	n	LDr SPH	s	CV(%)
1	100	144,3	22,5020	15,6
2	98	182,9	28,9011	15,8
3	96	218,0	34,9099	16,0
4	96	251,2	42,4076	16,9
5	93	281,8	51,5096	18,3
6	92	312,0	56,5711	18,1
7	90	345,0	62,0133	18,0
8	89	375,0	68,1813	18,2
9	80	398,0	72,6330	18,2
10	73	423,9	81,5261	19,2
11	62	454,2	84,8913	18,7
12	52	494,1	84,7470	17,2
13	45	519,8	88,6219	17,0
14	40	547,0	93,5833	17,1
15	30	571,2	89,7227	15,7
16	27	596,9	93,6086	15,7
17	22	613,2	91,6627	14,9
18	18	610,7	83,1685	13,6
19	17	619,7	76,9991	12,4
20	12	634,6	57,4087	9,0
21	10	660,2	58,5118	8,9
22	9	678,7	61,5486	9,1
23	6	670,1	60,1576	9,0
24	6	688,6	59,6246	8,7
25	5	701,0	67,0819	9,6
26	4	713,1	75,8757	10,6
27	3	701,8	63,4168	9,0
28	2	702,9	75,5507	10,7
29	2	717,0	77,5836	10,8

Tabela 72 - Coeficiente de variação (CV) da largura do disco- LDr SPH (mm) retrocalculado pela hipótese da estrutura proporcional (SPH) em cada idade. Sendo, n = tamanho da amostra, s = desvio padrão. Machos de *A. castelnaui*.

Anel	n	LDr SPH	s	CV(%)
1	87	148,8	24,3185	16,3
2	87	185,6	30,4296	16,4
3	85	221,0	36,7608	16,6
4	83	253,5	42,3442	16,7
5	80	287,9	47,9988	16,7
6	80	317,7	56,0312	17,6
7	75	352,8	56,2094	15,9
8	72	379,7	59,2361	15,6
9	61	413,7	57,7151	13,9
10	52	437,6	60,2585	13,8
11	42	458,9	58,0118	12,6
12	37	489,1	62,3911	12,8
13	32	503,6	61,8347	12,3
14	28	533,0	61,5896	11,6
15	22	543,8	57,7614	10,6
16	19	557,3	60,6699	10,9
17	15	567,2	55,7195	9,8
18	13	573,1	48,8224	8,5
19	12	585,6	40,1190	6,9
20	10	601,8	41,4872	6,9
21	9	616,3	40,6685	6,6
22	6	617,1	38,4860	6,2
23	6	631,5	38,6622	6,1
24	3	640,1	45,8755	7,2
25	2	629,3	2,7251	0,4
26	2	644,1	1,6607	0,3
27	2	658,1	3,9055	0,6
28	2	674,5	5,0550	0,7
29	2	690,2	2,8857	0,4
30	2	701,9	1,8098	0,3
31	1	722,0		

Tabela 73 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em fêmeas de *A. castelnaui*, n = número de exemplares em cada classe etária
 LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LD Médio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	2	134	128																												
2	2	145	124	141																											
3	1	160	122	138	156																										
4	2	295	137	176	219	266																									
5	1	185	125	145	166	179	183																								
6	2	219	130	153	178	193	205	214																							
7	1	295	121	145	171	184	198	205	213																						
8	9	406	159	196	236	272	304	334	365	393																					
9	7	419	146	188	228	264	300	328	359	384	405																				
10	11	399	143	179	210	242	273	298	323	346	366	387																			
11	10	389	135	168	198	222	249	274	302	324	342	361	377																		
12	7	499	153	191	225	259	294	326	359	391	422	450	470	489																	
13	5	509	140	182	215	246	272	304	339	373	397	427	453	470	496																
14	10	541	150	199	233	270	305	339	373	402	430	459	482	508	534	554															
15	2	626	160	191	221	265	301	337	381	414	445	481	517	540	564	585	608														
16	6	600	141	185	220	256	292	327	362	392	424	453	479	506	531	555	579	622													
17	4	718	161	210	257	299	338	373	414	461	484	525	553	582	608	639	669	693	714												
18	1	800	184	228	267	307	358	387	416	460	515	545	578	634	679	711	732	757	777	789											
19	5	641	151	191	227	264	292	317	341	368	394	418	446	473	500	523	549	576	599	616	635										
20	2	613	145	170	203	232	252	283	316	342	370	402	428	450	474	493	516	540	561	581	597	608									
21	1	669	131	165	202	246	270	291	313	329	351	388	419	452	480	490	516	542	568	591	623	646	659								
22	3	743	141	191	225	254	279	314	354	386	413	446	469	508	527	559	593	623	642	660	681	700	717	731							
24	1	733	139	165	193	217	238	258	272	297	322	351	374	401	423	453	478	506	536	560	588	612	646	676	699	720					
25	1	738	132	153	177	191	214	238	276	306	341	370	395	414	436	479	516	539	556	582	593	617	641	661	680	697	715				
26	1	807	139	176	206	234	282	321	348	377	410	434	460	474	502	530	559	588	619	635	650	674	694	724	748	760	780	794			
27	1	738	135	177	216	245	278	318	350	381	403	424	442	454	461	480	505	521	548	576	591	623	642	647	654	678	703	715	733		
29	2	731	125	165	190	212	238	267	291	307	329	349	373	392	413	436	458	474	495	520	540	564	584	603	620	638	654	671	686	703	717
Média ponderada			144	183	218	251	282	312	345	375	398	424	454	494	520	547	572	598	613	611	620	635	660	679	670	689	701	713	702	703	717

Tabela 74 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) em machos de *A. castelnaui*, n = número de exemplares em cada classe etária
 LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LD Médio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	3	141	115	132																													
3	2	166	122	145	162																												
4	3	186	130	148	168	182																											
6	5	228	122	151	176	194	209	222																									
7	3	356	148	186	220	258	284	314	343																								
8	11	342	145	176	206	233	260	285	307	330																							
9	9	437	155	193	237	272	313	350	378	401	424																						
10	10	459	156	199	238	277	318	352	382	407	430	450																					
11	5	428	153	188	227	256	285	309	336	358	378	399	419																				
12	5	549	158	208	244	280	313	354	398	430	460	487	511	534																			
13	4	445	156	197	230	255	287	311	330	350	369	387	404	419	434																		
14	6	575	164	207	245	278	315	349	384	416	444	472	498	528	546	565																	
15	3	584	175	213	243	273	298	332	361	389	425	453	475	509	535	558	575																
16	3	596	142	184	227	262	299	332	364	404	432	456	482	507	531	554	572	588															
17	2	647	165	211	249	295	326	360	391	417	445	470	503	531	555	578	600	618	637														
18	1	685	172	204	226	281	326	360	397	433	462	516	535	559	574	584	605	627	654	664													
19	2	608	133	161	196	225	258	294	321	359	393	434	466	461	515	534	550	546	563	579	595												
20	1	637	153	192	233	261	291	315	335	358	395	424	454	461	483	504	528	539	557	572	610	627											
21	3	656	148	197	235	262	290	319	343	373	398	432	456	476	498	518	543	558	582	600	613	630	646										
23	3	645	145	179	203	231	255	277	301	321	342	369	399	430	454	473	495	514	534	551	575	591	610	626	640								
24	1	701	145	186	220	251	281	305	335	366	385	411	436	466	487	505	529	549	580	598	615	638	654	665	680	693							
30	1	710	131	165	190	218	241	260	285	307	329	348	368	391	408	422	432	459	476	494	516	539	557	578	593	610	627	643	655	671	688	701	
31	1	733	128	165	204	230	251	270	295	321	342	368	392	414	428	443	460	477	493	511	533	549	567	583	597	617	631	645	661	678	692	703	722
Média ponderada			148	185	221	254	288	318	353	380	414	438	459	488	503	533	543	553	567	573	586	602	616	617	632	640	629	644	658	675	690	702	722

Tabela 75 - Largura do disco retrocalculado (LD mm) para sexos agrupados de *A. castelnaui*, n = número de exemplares em cada classe etária LD_{Médio} = largura do disco médio na captura.

Idade	n	LDMed	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	2	134	128																															
2	4	143	119	136																														
3	3	164	121	143	160																													
4	5	230	133	160	189	215																												
5	1	185	126	145	166	179	183																											
6	7	225	124	151	176	193	208	219																										
7	4	321	139	174	207	239	262	286	310																									
8	20	371	151	185	219	251	280	307	333	358																								
9	16	429	151	190	233	268	307	340	370	393	416																							
10	21	428	149	188	223	259	294	324	351	375	397	417																						
11	15	402	141	175	208	234	262	286	313	336	354	374	391																					
12	12	520	156	198	233	268	302	338	375	407	438	465	487	508																				
13	9	481	147	189	222	251	279	307	336	363	385	409	431	448	469																			
14	16	568	156	202	238	274	309	343	377	408	436	464	488	516	539	558																		
15	5	601	168	203	233	269	298	333	368	399	432	463	491	521	547	569	588																	
16	9	602	142	185	223	259	295	329	363	397	427	455	480	507	531	555	577	609																
17	6	694	163	212	256	299	335	370	407	447	472	507	537	565	591	619	646	668	688															
18	2	743	178	216	247	294	342	374	406	447	489	531	557	596	627	647	669	692	715	726														
19	7	632	147	184	219	254	284	312	336	367	395	423	453	470	505	527	550	568	589	606	624													
20	3	621	148	178	214	241	266	294	323	348	379	410	437	454	478	497	520	540	560	578	601	614												
21	4	659	141	186	224	256	283	310	334	360	384	419	445	469	493	510	535	553	578	597	615	634	650											
22	3	743	145	195	229	258	283	318	357	390	417	449	472	511	530	561	595	624	644	661	682	701	717	731										
23	3	645	141	174	199	226	251	273	297	317	338	365	395	427	451	470	492	512	533	550	574	590	609	625	640									
24	2	717	142	175	206	234	259	281	303	331	353	381	405	434	455	479	504	528	558	579	602	625	650	671	689	706								
25	1	738	136	156	180	195	218	242	280	310	345	373	399	417	439	482	519	541	558	584	594	619	643	662	681	698	715							
26	1	807	143	180	210	238	287	325	352	381	414	438	464	478	505	533	563	590	622	638	652	676	696	726	749	761	780	795						
27	1	738	138	181	220	249	282	322	353	385	407	427	446	457	464	483	508	523	551	578	593	624	643	648	655	679	703	716	733					
29	2	731	129	169	194	216	242	271	295	311	333	353	376	396	417	440	461	477	498	523	542	566	586	605	622	639	655	672	687	703	717			
30	1	710	127	160	185	214	236	256	280	303	324	344	364	387	404	418	429	455	472	491	513	536	555	575	591	609	626	642	654	670	688	700		
31	1	733	124	161	199	225	246	266	290	316	337	363	388	410	424	439	456	474	489	508	530	546	565	580	595	615	629	644	660	677	691	703	722	
Média ponderada			146	184	220	253	285	315	349	377	405	430	456	492	513	542	560	580	595	595	606	620	640	654	651	673	681	690	684	689	703	702	722	

Tabela 76 – Estimativas dos parâmetros de crescimento de *A. castelnaui* a partir do modelo não linear $L_t = L_{\infty} (1 - \text{EXP}(-k \cdot (t - t_0)))$. Sendo I.C = intervalo de confiança a 95%, E.P.A. = o erro padrão assintótico, r = coeficiente de correlação e r^2 = coeficiente de determinação e n = tamanho da amostra.

Parâmetro agrupados	Fêmeas	Machos	Sexos
LD_{∞} (mm)	1004	794	895
I.C	910,021 : 1097,169	751,157 : 835,995	848,350 : 941,432
E.P.A.	47,697	21,617	23,733
K (ano^{-1})	0,046	0,066	0,055
I.C	0,039 : 0,054	0,059 : 0,073	0,050 : 0,060
E.P.A.	0,004	0,004	0,003
t_0 (ano^{-1})	-2,235	-1,978	-2,119
I.C	-2,620 : -1,850	-2,280 : -1,675	-2,370 : -1,869
E.P.A.	0,196	0,154	0,128
r	0,92	0,94	0,93
r^2	0,84	0,89	0,86
n	100	87	187

Tabela 77 – Valores da largura do disco – $LD_{\text{máx}}$ (mm), idade máxima observada (anos), índice de performance (ϕ') e longevidade - $T_{\text{máx}}$ (anos) para *A. castelnaui*.

	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
$LD_{\text{máx}}$	807	765	807
Idade máxima	29	31	31
ϕ'	4,67	4,62	4,64
$T_{\text{máx}}$	62,9	43,4	52,4

Tabela 78 – Taxas de mortalidade natural M (ano^{-1}) para *R. agassizi*.

M	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
Pauly	0,249	0,410	0,288
Alagaraja	0,126	0,237	0,164
Hoenig	0,113	0,215	0,148
Rikther e Efanov	0,052	0,061	-
Taylor	0,082	0,154	0,107

Tabela 79 – Taxas de mortalidade natural M (ano^{-1}) para *A. cyclophora*.

M	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
Pauly	0,213	0,226	0,203
Alagaraja	0,126	0,134	0,118
Hoenig	0,114	0,121	0,107
Rikther e Efanov	0,085	0,085	-
Taylor	0,082	0,087	0,077

Tabela 80 – Taxas de mortalidade natural M (ano^{-1}) para *A. platana*.

M	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
Pauly	0,150	0,165	0,154
Alagaraja	0,082	0,090	0,080
Hoenig	0,073	0,081	0,072
Rikther e Efanov	0,021	0,061	-
Taylor	0,053	0,058	0,052

Tabela 81 – Taxas de mortalidade natural M (ano^{-1}) para *A. castelnaui*.

M	Fêmeas	Machos	Sexos agrupados
Pauly	0,135	0,182	0,157
Alagaraja	0,073	0,106	0,088
Hoenig	0,066	0,096	0,079
Taylor	0,047	0,069	0,057

Tabela 82 - Estimativa do Tamanho (Largura do disco) ótimo de captura (LD_{op}) em milímetros, por espécie e sexo.

Sexos	<i>R. agassizi</i>	<i>A. cyclophora</i>	<i>A. platana</i>	<i>A. castelnaui</i>
Fêmeas	347	373	724	745
Machos	312	349	538	588

Tabela 83 – Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para *R. agassizi*, com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência ($S\%$) por período e sexo.

Período	2001/2002/2003	
Sexo	Fêmeas	Machos
Z	0,106	0,267
$s(Z)$	0,00476	0,0274
LD_c	280	260
$S\%$	89,8	76,5

Tabela 84 – Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para *A. cyclophora*, com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência (S%) por período e sexo.

Período	2001		2002		2003	
Sexo	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Z	0,100	0,0964	0,116	0,224	0,127	0,218
s (Z)	0,00317	0,00343	0,00322	0,00742	0,00262	0,00516
LD_c	320	256	340	340	330	340
S%	90,4	90,8	89,0	79,8	88,0	80,4

Tabela 85 – Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para *A. platana*, com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência (S%) por período e sexo.

Período	2001		2002		2003	
Sexo	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Z	0,114	0,161	0,124	0,107	0,110	0,094
s (Z)	0,00573	0,0110	0,00582	0,00575	0,00501	0,0530
LD_c	360	440	360	380	320	360
S%	89,2	85,1	88,3	89,8	89,5	90,9

Tabela 86 – Taxas de mortalidade total Z (ano^{-1}) para *A. castelnau*, com desvio padrão $s(Z)$, LD_c (mm) utilizada, e a porcentagem de sobrevivência (S%) por período e sexo.

Período	2001/2002/2003	
Sexo	Fêmeas	Machos
Z	0,0836	0,0816
s (Z)	0,00410	0,00532
LD _c	360	360
S%	91,9	92,1

Tabela 87 - Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{\text{máx}}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{\text{máx}}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{\text{máx}}$) com a LD_c (mm) utilizada, por período, para fêmeas e machos de *R. agassizi*.

Período	2001/2002/2003	
Estimativas	Fêmeas	Machos
E_{atual}	0,517	0,770
$E_{\text{máx}}$	0,781	0,815
$E_{0,1}$	0,705	0,754
F_{atual}	0,055	0,206
$F_{\text{máx}}$	0,083	0,218
$F_{0,1}$	0,075	0,201
Y'/R	0,136	0,248
$Y'/R_{\text{máx}}$	0,161	0,249
LD _c	280	260

Tabela 88 - Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{\text{máx}}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{\text{máx}}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{\text{máx}}$) com a LD_c (mm) utilizada, por período, para fêmeas e machos de *A. cyclophora*.

Período	2001		2002		2003	
Estimativas	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
E_{atual}	0,156	0,119	0,268	0,622	0,333	0,610
$E_{\text{máx}}$	0,822	0,709	0,882	0,960	0,851	0,960
$E_{0,1}$	0,712	0,619	0,754	0,866	0,756	0,866
F_{atual}	0,015	0,011	0,031	0,139	0,042	0,133
$F_{\text{máx}}$	0,082	0,068	0,102	0,215	0,108	0,209
$F_{0,1}$	0,071	0,059	0,087	0,194	0,096	0,189
Y'/R	0,025	0,022	0,039	0,077	0,048	0,076
$Y'/R_{\text{máx}}$	0,080	0,080	0,083	0,091	0,082	0,091
LD _c	320	256	340	340	330	340

Tabela 89 - Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{\text{máx}}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{\text{máx}}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{\text{máx}}$), com a LD_c (mm) utilizada por período, para fêmeas e machos de *A. platana*.

Período	2001		2002		2003	
Estimativa	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
E_{atual}	0,816	0,618	0,831	0,428	0,809	0,352
$E_{\text{máx}}$	0,630	0,783	0,630	0,688	0,610	0,662
$E_{0,1}$	0,565	0,701	0,565	0,607	0,549	0,564
F_{atual}	0,093	0,099	0,103	0,046	0,089	0,033
$F_{\text{máx}}$	0,072	0,126	0,078	0,073	0,067	0,062
$F_{0,1}$	0,064	0,112	0,070	0,065	0,060	0,053
Y'/R	0,169	0,083	0,163	0,068	0,157	0,059
$Y'/R_{\text{máx}}$	0,202	0,088	0,202	0,081	0,195	0,078
LD_c	360	440	360	380	320	360

Tabela 90 - Taxa de exploração atual (E_{atual}), máxima ($E_{\text{máx}}$) e no ponto $E_{0,1}$, mortalidade por pesca atual (F_{atual}), máxima ($F_{\text{máx}}$) e no ponto $F_{0,1}$, taxa de exploração (E) e rendimento por recruta (Y'/R) e máximo ($Y'/R_{\text{máx}}$), com a LD_c (mm) utilizada, por período, para fêmeas e machos de *A. castelnaui*.

Período	2001/2002/2003	
Estimativa	Fêmeas	Machos
E_{atual}	0,430	0,154
$E_{\text{máx}}$	0,554	0,625
$E_{0,1}$	0,466	0,551
F_{atual}	0,035	0,012
$F_{\text{máx}}$	0,046	0,051
$F_{0,1}$	0,038	0,045
Y'/R	0,067	0,032
$Y'/R_{\text{máx}}$	0,070	0,078
LD_c	360	360

Tabela 91 – Estimativa do comprimento total (CT) de primeira maturação sexual (L_{50}), por espécie e sexo, deste e de outros estudos.

Espécies	L_{50} fêmeas (mm)	L_{50} machos (mm)	Fonte
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	528	485	Oddone & Vooren, 2005
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	543	473	Este estudo
<i>Atlantoraja platana</i>	690	630	Marçal, 2003
<i>Atlantoraja platana</i>	678	620	Este estudo
<i>Atlantoraja castelnaui</i>	1100	910	Oddone <i>et al.</i> , 2005
<i>Atlantoraja castelnaui</i>	1032	940	Este estudo
<i>Rioraja agassizi</i>	487	412	Este estudo

Tabela 92 – Idade de maturação T_{mat} (anos), Longevidade T_{max} (anos), por espécie, localidade e sexo, deste e de outros estudos.

Espécie	Local	Sexo	T_{mat} (anos)	T_{max} (anos)	Fonte
<i>Dipturus batis</i>	Mar céltico	ambos sexos	11	50	Du Buit, 1972
<i>Dipturus innominatus</i>	Nova Zelândia	fêmeas	13	24	Francis <i>et al.</i> , 2001
<i>Dipturus innominatus</i>	Nova Zelândia	machos	8	-	Francis <i>et al.</i> , 2001
<i>Leucoraja wallacei</i>	África do Sul	fêmeas	7	12	Walmsley-Hart <i>et al.</i> , 1999
<i>Raja binoculata</i>	California (EUA)	fêmeas	10-12	12	Zeiner & Wolf, 1993
<i>Raja binoculata</i>	California (EUA)	machos	7-8	11	Zeiner & Wolf, 1993
<i>Raja miraletus</i>	Egito	ambos sexos	5	18	Abdel-Aziz, 1992
<i>Raja rhina</i>	California (EUA)	fêmeas	10-11	12	Zeiner & Wolf, 1993
<i>Raja rhina</i>	California (EUA)	machos	7	13	Zeiner & Wolf, 1993
<i>Raja rhina</i>	California (EUA)	ambos sexos	7	17	Zeiner & Wolf, 1993
<i>Rioraja agassizi</i>	Brasil	fêmeas	10-15	36	Este estudo
<i>Rioraja agassizi</i>	Brasil	machos	10-14	19	Este estudo
<i>A. cyclophora</i>	Brasil	fêmeas	15-17	36	Este estudo
<i>A. cyclophora</i>	Brasil	machos	12-13	34	Este estudo
<i>A. platana</i>	Brasil	fêmeas	14-19	56	Este estudo
<i>A. platana</i>	Brasil	machos	13-18	51	Este estudo
<i>A. castelnaui</i>	Brasil	fêmeas	16-?	63	Este estudo
<i>A. castelnaui</i>	Brasil	machos	22-28	43	Este estudo

Tabela 93 – Estimativa dos parâmetros de crescimento L_{∞} (mm), onde CT = comprimento total e LD = largura do disco, k (ano^{-1}), t_0 (ano^{-1}) e idade máxima (anos), por espécie e sexo, deste e de outros estudos.

Espécie	sexo	L_{∞} (mm)	k (ano^{-1})	t_0 (ano^{-1})	Idade Max. (anos)	Fonte
<i>Raja clavata</i>	Agrupados	CT=1050	0,215	0,045	10	Brander & Palmer, 1985
<i>Raja rhina</i>	Agrupados	CT=1047	0,170	-0,160	13	Zeiner & Wolf, 1993
<i>Raja microocellata</i>	Agrupados	CT=1370	0,086	-3,009	9	Ryland & Ajayi, 1984
<i>Raja pullopunctata</i>	Fêmeas	LD=1327	0,080	-1,950	14	Walmsley-Hart, <i>et al.</i> 1999
<i>Raja pullopunctata</i>	Machos	LD=771	0,050	-2,200	18	Walmsley-Hart, <i>et al.</i> 1999
<i>Raja montagui</i>	Agrupados	CT=978	0,152	-1,719	7	Ryland & Ajayi, 1984
<i>Raja erinacea</i>	Agrupados	CT=527	0,352	-0,449	8	Waring, 1984
<i>Raja wallacei</i>	Agrupados	LD=422	0,260	-0,170	15	Walmsley-Hart, <i>et al.</i> 1999
<i>Leucoraja ocellata</i>	Agrupados	CT=1314	0,064	-1,531	19	Silukowski <i>et al.</i> , 2003
<i>Amblyraja radiata</i>	Agrupados	CT=1240	0,120	-0,350	16	Silukowski <i>et al.</i> , 2005
<i>Rioraja agassizi</i>	Fêmeas	LD = 425	0,078	-1,811	23	Este estudo
<i>Rioraja agassizi</i>	Machos	LD=289	0,142	-1,653	20	Este estudo
<i>Atlantoraja cyclophora</i>	Agrupados	LD=523	0,068	-4,641	24	Este estudo
<i>Atlantoraja platana</i>	Agrupados	LD=788	0,053	-1,249	23	Este estudo
<i>Atlantoraja castelnaui</i>	Agrupados	LD=895	0,055	-2,119	31	Este estudo

10. FIGURAS

Figura 1 – Áreas de pesca das embarcações amostradas no período 1995-97.

Figura 2 – Áreas de pesca das embarcações amostradas no período 2001-2003.

Figura 3 - Esquema da morfometria utilizada para *R. agassizi*, *A. cyclophora*, *A. platana* e *A. castelnaui*.

Figura 4 - Seqüência de imagens: a) secção de coluna vertebral, b) incisão na coluna, c) Remoção da vértebra.

Figura 5 – Vértebra limpa inclusa em resina de poliéster

Figura 6 - Detalhes estruturais da vértebra em corte sagital.

Figura 7 – Posições dos arrastos de parelhas e duplo de portas, obtidas através de mapas de bordo para o período de 2001 a 2003.

Figura 8 - Áreas amostradas no período de 2001 a 2003 e a captura (kg.dias de pesca⁻¹) de *A. cyclophora*.

Figura 9 - Áreas amostradas no período de 2001 a 2003 e a captura (kg.dias de pesca⁻¹) de *A. castelnaui*.

Figura 10 - Áreas amostradas no período de 2001 a 2003 e a captura (kg.dias de pesca⁻¹) de *A. platana*.

(A) **(B)** **(C)**

Figura 11 - Tipos de carcaças processadas a bordo das embarcações amostradas. Peixe quase inteiro (A) tipo I, (B) convencional tipo II, e (C) nadadeiras peitorais separadas, tipo III.

Figura 12 - Distribuição de freqüência da largura do disco (mm) para *R. agassizi*.

Figura 13 - A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (WcI), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de *R. agassizi*.

Figura 14 - Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g) em (A) para carcaça tipo I, sexos agrupados; (B) tipo II, sexos agrupados; (C) tipo III fêmeas e (D) tipo III machos de *R. agassizi*.

Figura 15 - Distribuição de frequência da largura do disco (mm) para *A. cyclophora*.

Figura 16 - A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (WcI), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de *A. cyclophora*.

Figura 17 - Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g), em (A) para carcaça tipo I, (B) tipo II e (C) tipo III; sexos agrupados de *A. cyclophora*.

Figura 18 - Distribuição de frequência da largura do disco (mm) para *A. platana*.

Figura 19 - A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (WcI), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de *A. platana*.

Figura 20 - Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g) em (A) para carcaça tipo I, sexos agrupados; (B) tipo II, fêmeas; (C) tipo II, machos; (D) tipo III fêmeas e (E) tipo III machos de *A. platana*.

Figura 21 - Distribuição de frequência da largura do disco (mm) para *A. castelnaui*.

Figura 22 - A - Peso total (Wt), B – peso carcaça tipo I (WcI), C - peso carcaça tipo II (WcII), D - peso carcaça tipo III (WcIII) em gramas para fêmeas (F) e machos (M) de *A. castelnaui*.

Figura 23 - Regressões entre o Peso total – Wt (g) e o peso da carcaça – Wc (g) em (A) para carcaça tipo I, (B) tipo II e (C) tipo III; sexos agrupados de *A. castelnaui*.

Figura 24 - Aspecto do fígado, considerando a largura do disco - LD (A) e o IHS (B) para fêmeas de *R. agassizi*.

Figura 25 - Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de *R. agassizi*.

Figura 26 - Comprimento do cláspes, considerando o estado flexível e rígido para machos de *R. agassizi*.

Figura 27 - Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláster, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, em formação e formados (B), para machos de *R. agassizi*.

Figura 28 - Cláster rígido e espinho alar formado em machos de *R. agassizi*.

Figura 29 – Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em *R. agassizi*.

Figura 30 - Aspecto do fígado, considerando a largura do disco - LD (A) e o IHS (B) para fêmeas de *A. cyclophora*.

Figura 31 - Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de *A. cyclophora*.

Figura 32 - Comprimento do clássper, considerando o estado flexível e rígido para machos de *A. cyclophora*.

Figura 33 - Largura do disco – LD, considerando o aspecto do clássper, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, em desenvolvidos e em desenvolvimento (B), para machos de *A. cyclophora*.

Figura 34 - Clásper rígido (rig) e espinho alar desenvolvido em machos de *A. cyclophora*.

Figura 35 - Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em *A. cyclophora*.

Figura 36 - Aspecto do fígado, considerando a largura do disco - LD (A) e o IHS (B) para fêmeas de *A. platana*.

Figura 37 - Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de *A. platana*.

Figura 38 - Comprimento do cláster, considerando o estado flexível (flex) e rígido de *A. platana*.

Figura 39 - Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláster, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, desenvolvido e em desenvolvimento (B), para machos de *A. platana*.

Figura 40 - Cláster rígido (rig) e espinho alar desenvolvido em machos de *A. cyclophora*.

Figura 41 - Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em *A. platana*.

Figura 42 - Aspecto do fígado, considerando a largura do disco (A) e o IHS (B) para fêmeas de *A. castelnaui*.

Figura 43 - Variação individual do IGS e IHS com a largura do disco para fêmeas de *A. castelnaui*.

Figura 44 - Comprimento do cláster, considerando o estado flexível (flex) e rígido de *A. castelnaui*.

Figura 45 - Largura do disco – LD, considerando o aspecto do cláster, flexível (flex) e rígido (rig) (A), espinho alar, desenvolvido e em desenvolvimento (B), para machos de *A. castelnaui*.

Figura 46 - Cláster rígido (rig) e espinho alar desenvolvido em machos de *A. castelnaui*.

Figura 47 - Curva logística ajustada para a proporção de maturidade para fêmeas (A) e machos (B) pela largura do disco em *A. castelnaui*.

Figura 48 - Imagens de vértebras inteiras:

(A) - Clarificada de *R. agassizi* fêmea, (LD 316 mm);
 (B e C) - A mesma anterior, corada com açafrão e toluidina, respectivamente;
 (D) - Vértebra de *A. cyclophora*, macho, (LD 319 mm), corada com nitrato de prata pela técnica de HDQ;
 (E) - *A. castelnaui*, fêmea, (LD 444 mm), corada com toluidina;
 (F) - Coloração direta em nitrato de prata;
 (G) - Radiografia antero-posterior de *A. Platana*, macho, (LD 506 mm);
 (H) - A mesma anterior, com o foco alterado;
 (I) - A mesma anterior, em posição dorso-ventral.

Figura 49 – Imagens dos cortes de 0,3 mm de espessura em vértebras:

(A) – *R. agassizi*, fêmea, (LD 316 mm) e corada com violeta de genciana pela técnica de desidratação.

(B) - *A. cyclophora*, fêmea, (LD 415 mm) e corada com azul de alcian.

(C) – A mesma anterior, corada com alaranjado de metila;

(D) – *A. cyclophora*, fêmea, (LD 415 mm) corada com violeta de genciana;

(E) - *R. agassizi*, fêmea, (LD 316 mm), corada com azul de metileno;

(F) – A mesma anterior, sem corante.

Figura 50 - Distribuição de freqüência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de *R. agassizi*.

Figura 51 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de *R. agassizi*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 52 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de *R. agassizi*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 53 - Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras ($n = 169$) de *R. agassizi* da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.

Figura 54 - Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de *R. agassizi*. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.

Figura 55 - Valores médios da largura do disco (mm) para os observados -LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional -SPH e hipótese do corpo proporcional -BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de *R. agassizi*.

Figura 56- Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de *R. agassizi*, considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 57 - Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de *R. agassizi*, considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 58 - Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para A – fêmeas, B – machos de *R. agassizi*.

Figura 59 - Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de *A. agassizi*.

Figura 60 - Distribuição de freqüência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de *A. cyclophora*.

Figura 61 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de *A. cyclophora*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 62 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de *A. cyclophora*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 63 - Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras ($n = 169$) de *A. cyclophora* da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.

Figura 64 – Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de *A. cyclophora* o tamanho da amostra (n) está indicada acima do ponto.

Figura 65 - Valores médios da largura do disco (mm) para os observados-LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional-SPH e hipótese do corpo proporcional-BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de *A. cyclophora*.

Figura 66 - Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de *A. cyclophora*. considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 67 - Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de *A. cyclophora*. considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 68 - Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para A – fêmeas, B – machos e C – sexos agrupados de *A. cyclophora*.

Figura 69 - Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de *A. cyclophora*.

Figura 70 – Distribuição de frequência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de *A. platana*.

Figura 71 – Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de *A. platana*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 72 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de *A. platana*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 73 - Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras (n = 169) de *A. platana* da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) esta indicada acima do ponto.

Figura 74 – Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de *A. platana*. O tamanho da amostra (n) está indicada acima do ponto.

Figura 75 – Valores médios da largura do disco (mm) para os observados-LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional-SPH e hipótese do corpo proporcional-BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de *A. platana*.

Figura 76 – Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de *A. platana* considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 77 – Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de *A. platana* considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 78 - Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para fêmeas (A), machos (B) e sexos agrupados (C) de *A. platana*.

Figura 79 - Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de *A. platana*

Figura 80 - Distribuição de frequência da largura do disco – LD (mm) para fêmeas e machos em amostras de vértebras de *A. castelnaui*.

Figura 81 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em fêmeas de *A. castelnaui*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 82 - Regressões da largura do disco LD (mm) sobre o raio total Rt (mm) da vértebra em machos de *A. castelnaui*. A- Linear, B- Potência e C – Exponencial.

Figura 83 -Incremento marginal (IM) mensal a partir das vértebras (n = 169) de *A. castelnaui* da costa sul e sudeste do Brasil. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.

Figura 84 – Raio médio (mm) nas vértebras das fêmeas (A) e machos (B) de *A. castelnaui*. O tamanho da amostra (n) está indicado acima do ponto.

Figura 85 – Valores médios da largura do disco (mm) para os observados-LD, retrocalculados pela hipótese da estrutura proporcional-SPH e hipótese do corpo proporcional-BPH, em fêmeas (A) e machos (B) de *A. castelnaui*.

Figura 86 - Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para fêmeas de *A. castelnaui*. Considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 87 – Regressões da largura do disco-LD retrocalculada (mm) sobre o raio total-Rt (mm) das vértebras para machos de *A. castelnaui*. Considerando SPH (A) e BPH (B), com as respectivas distribuições de resíduos.

Figura 88 - Curva de crescimento na largura do disco retrocalculado-LDi (mm) para fêmeas (A), machos (B) e sexos agrupados (C) de *A. castelnaui*.

Figura 89 - Curvas de crescimento a partir da largura do disco retrocalculada para machos e fêmeas de *A. castelnaui*.

Figura 90 – Curvas de crescimento para cada espécie estudada.

Figura 91 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de *R. agassizi* agrupadas no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 280$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.

Figura 92 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de *R. agassizi* agrupados no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 260$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.

Figura 93 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de *A. cyclophora* por período, considerando $LD_c = 320$ mm em 2001, $LD_c = 340$ mm em 2002 e $LD_c = 330$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.

Figura 94 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de *A. cyclophora* por período, considerando $LD_c = 256$ mm em 2001, $LD_c = 340$ mm em 2002 e $LD_c = 340$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.

Figura 95 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de *A. platana* por período, considerando $LD_c = 360$ mm em 2001, $LD_c = 360$ mm em 2002 e $LD_c = 320$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.

Figura 96 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de *A. platana* por período, considerando $LD_c = 440$ mm em 2001, $LD_c = 380$ mm em 2002 e $LD_c = 360$ mm em 2003. As setas indicam as taxas de exploração e as taxas de mortalidade por pesca atuais.

Figura 97 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para fêmeas de *A. castelnaui* agrupadas no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 360$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.

Figura 98 - Rendimento por recruta relativo (Y'/R), (A) segundo a taxa de exploração atual (E_{atual}) e (B) a mortalidade por pesca (F_{atual}), para machos de *A. castelnaui* agrupados no período de 2001 a 2003, considerando $LD_c = 360$ mm. As setas indicam a taxa de exploração e a taxa de mortalidade por pesca atuais.