

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Estatística  
Especialização em Estatística Aplicada

SUELLEN CRISTINA MOREIRA DE SALES

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PREDITIVO PARA AVALIAÇÃO  
DE FILÉ E CARÇA DE PACAMA (*Lophiosilurus alexandri*) A PARTIR DE  
MEDIDAS MORFOMÉTRICAS**

Belo Horizonte  
2017

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Estatística  
Especialização em Estatística Aplicada

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PREDITIVO PARA AVALIAÇÃO DE  
FILÉ E CARÇAÇA DE PACAMA (*Lophiosilurus alexandri*) A PARTIR DE MEDIDAS  
MORFOMÉTRICAS**

Por

Suellen Cristina Moreira de Sales

Trabalho de Final de Curso

Profa Dra. Edna Afonso Reis  
Orientadora

Belo Horizonte  
2017

SUELLEN CRISTINA MOREIRA DE SALES

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PREDITIVO PARA AVALIAÇÃO DE FILÉ E  
CARÇA DE PACAMA (*Lophiosilurus alexandri*) A PARTIR DE MEDIDAS  
MORFOMÉTRICAS

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística Aplicada do Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Estatística.

Orientadora: Profa. Dra. Edna Afonso Reis

Belo Horizonte

2017

## SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 Referencial teórico	9
2.1 Biologia do pacamã	9
2.2 O modelo de regressão linear como ferramenta zootécnica	10
3 OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo geral	14
3.2 Objetivos específicos	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Obtenção do banco de dados	14
4.2 Análise descritiva e exploratória dos dados	16
4.3 Construção dos modelos de regressão	16
5 RESULTADOS	17
5.1 Análise descritiva e exploratória	17
5.2 Análise de correlação	22
5.3 Normalidade e transformação das variáveis resposta	26
5.4 Modelos de regressão linear	30
5.4.1 Peso de Filé e Carcaça sem transformação	30
5.4.2 Peso de Filé com pele transformada (raiz quadrada)	30
5.4.3 Peso de filé sem pele transformada (raiz quadrada)	31
5.4.4 Peso de carcaça transformada (raiz quadrada)	32
5.4.5 Rendimentos corpóreos	32
6 DISCUSSÃO	33
7 CONCLUSÃO	34
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
APÊNDICE 1: Histogramas das variáveis morfológicas (explicativas)	38
APÊNDICE 2: Resultados dos modelos ajustados (saída do MINITAB)	43

## RESUMO

O uso de medidas morfométricas tem sido uma ferramenta útil em Aquacultura para construção de modelos preditivos de pesos e rendimentos corpóreos de partes comestíveis de peixes. Considerando que a análise de peso de filé e carcaça e dos rendimentos corporais envolvem o abate do animal, estes modelos são de grande importância para indústria pesqueira e em programas de melhoramento, pois permitem a seleção direta de indivíduos com a característica de interesse. O pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), espécie endêmica da bacia do rio São Francisco, tem ganhado espaço na Aquacultura como espécie de produção. O objetivo deste estudo foi desenvolver modelos de regressão associando pesos e rendimentos de filé e carcaça com diferentes variáveis morfométricas. O pacamã apresentou rendimento médio de filé (48,73%) e carcaça (61,18%) superiores a outras espécies de bagres. Para a construção dos modelos preditivos, a variável peso permitiu a construção dos modelos com os maiores  $R^2$ . A interação entre as variáveis morfométricas *comprimento padrão (CP)* e *largura na altura da inserção das nadadeiras laterais (LI)* permitiram a construção de modelos bem ajustados somente após transformação das variáveis resposta. Não foi observada correlação entre rendimentos corpóreos e variáveis morfométricas, não sendo possível a construção de modelos de regressão para estas variáveis.

**Palavras-Chave:** Biometria, Regressão linear, Seleção de reprodutores.

## ABSTRACT

Morphometric measures has been a useful tool in Aquaculture for the development of predictive models of weights and yields of edible parts of fish. However, the analysis the weight of fillet and carcass and the body yields involves the slaughter of the animal. Therefore, these models have great importance for the fishing industry and in breeding programs, allowing a direct selection with a characteristic of interest. The pacman catfish (*Lophiosilurus alexandri*) is an endemic specie of the São Francisco River and it has gained space in Aquaculture as a production species. The aim of this study is to develop regression models associating weights and yields of fillet and carcass with different morphometric variables. The pacman catfish presented average yield of fillet (48.73%) and carcass (61.18%). These values are higher than those usually found for catfish species. For the construction of the predictive models, a variable weight allowed a construction of the models with the largest  $R^2$ . An interaction between the morphometric variables, standard length and width at the insertion of fins, allowed the construction of well-adjusted models only after the transformation of the response variables. No correlation was observed between body yields and morphometric variables, and it was not possible to construct regression models for these variables.

**Keywords:** Biometrics, Linear regression, Selection of breeders.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Representação das medidas morfométricas do pacamã.	15
Figura 2.	Histograma e estatísticas descritivas para <i>Peso de filé com pele</i> (Filé x2)	19
Figura 3.	Histograma e estatísticas descritivas para <i>Peso de filé sem pele</i> (Filé s/p x2).	19
Figura 4.	Histograma e estatísticas descritivas para <i>Peso de carcaça</i> (PCarca).	20
Figura 5.	Histograma e estatísticas descritivas para <i>Rendimento de Filé com pele</i> (%F).	20
Figura 6.	Histograma e estatísticas descritivas para <i>Rendimento de Filé sem pele</i> (%F s/p).	21
Figura 7.	Histograma e estatísticas descritivas para <i>Rendimento de Carcaça</i> (%Carca).	21
Figura 8.	Diagramas de dispersão para <i>Peso de filé com pele</i> . (Filé x2) e variáveis explicativas.	23
Figura 9.	Diagramas de dispersão para <i>Peso de filé sem pele</i> . (Filé s/p x2) e variáveis explicativas.	24
Figura 10.	Diagramas de dispersão para <i>Peso de carcaça</i> . (PCarca) e variáveis explicativas.	24
Figura 11.	Diagramas de dispersão para <i>Rendimento de filé com pele</i> . (%F) e variáveis explicativas.	25
Figura 12.	Diagramas de dispersão para <i>Rendimento de filé sem pele</i> . (%F s/p) e variáveis explicativas.	25
Figura 13.	Diagramas de dispersão para <i>Rendimento de carcaça</i> . (%Carca) e variáveis explicativas.	26
Figura 14.	Estatística descritiva para <i>Peso de filé com pele</i> (acima) e análise de dispersão (abaixo) após transformação dos dados com raiz quadrada.	27
Figura 15.	Estatística descritiva para <i>Peso de filé sem pele</i> (acima) e análise de dispersão (abaixo) com transformação dos dados com raiz quadrada.	28
Figura 16.	Estatística descritiva para <i>Peso de carcaça</i> (acima) e análise de dispersão (abaixo) com transformação dos dados com raiz quadrada.	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estatísticas descritivas para as medidas morfométricas (n=248)	18
Tabela 2.	Estatísticas descritivas para pesos e rendimentos corporais (n=248)	18
Tabela 3.	Matrix dos valores de correlação linear de Pearson das variáveis. Em destaque, as correlações significativas ( $p < 0,05$ )	23
Tabela 4.	Modelos de regressão linear simples para Pesos de filé e carcaça.	30
Tabela 5.	Modelos de regressão linear para Peso de Filé com pele.	30
Tabela 6.	Modelos de regressão linear para Peso de Filé – Transformada sem pele.	31
Tabela 7.	Modelos de regressão linear para Peso de carcaça.	32

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de medidas morfométricas tem sido uma ferramenta útil em Aquicultura para construção de modelos preditores de pesos e rendimentos corpóreos de partes comestíveis em peixes. Considerando que a análise de peso de filé e carcaça e rendimentos corporais envolvem o abate do animal, estes modelos são de grande importância para indústria pesqueira e em programas de melhoramento, pois permitem a seleção direta de indivíduos com a característica de interesse.

Diversos estudos (Bosworth *et al.*, 1998; Bosworth e Holland, 2001; De Oliveira Felizardo *et al.*, 2015) têm encontrado correlação entre medidas de comprimento e largura e os pesos de filé e carcaça. Em relação aos *rendimentos corpóreos*, que são a razão entre peso de filé ou carcaça e peso total, poucos trabalhos detectaram uma correlação expressiva entre tais variáveis (Melo *et al.*, 2013). Isso pode estar relacionado a não uniformização no processo de abate e filetagem, como resultado da inabilidade do filetador ou de máquinas descalibradas. Além disso, os rendimentos corpóreos podem ser influenciados pelo sexo, idade e forma anatômica do animal.

Dentre as espécies de interesse para piscicultura estão os bagres, que apresentam elevados rendimentos corpóreos e ausência de espinhos intramusculares. Nesse contexto, o pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), espécie endêmica da bacia do rio São Francisco, tem ganhado espaço na Aquicultura como espécie de produção e ornamental. No entanto, a maioria dos estudos sobre essa espécie envolve aspectos reprodutivos e larvicultura, havendo uma lacuna sobre ganho de peso e rendimentos corporais.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo a investigação da relação entre peso e rendimentos de filé e carcaça do pacamã com diferentes variáveis morfométricas, por meio da construção de modelos de regressão. O cálculo do rendimento corpóreo com uso destas medidas permite a seleção direta de reprodutores, em substituição ao método tradicional, cuja seleção ocorre através dos irmãos dos animais abatidos que apresentaram os melhores rendimentos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Biologia do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*)

O pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), também conhecido como niquim, é uma espécie de bagre endêmica da Bacia do Rio São Francisco (Barbosa & Soares, 2009), tendo sido prejudicado devido aos diversos represamentos realizados neste rio (Tenório *et al.*, 2006). Atualmente, o pacamã é uma espécie listada como ameaçada de extinção (MMA, 2014; ICMBio, 2015), sendo, contudo, considerado exótico na Bacia do rio Doce.

O pacamã tem ganhado espaço na Aquacultura visto que sua carne, além de ser muito apreciada, não possui espinhos intramusculares, além de ser uma espécie considerada ornamental (Bazzoli & Godinho, 1997; Luz *et al.*, 2008). O pacamã é um animal de hábito noturno, apresentando maior crescimento em ambiente sem ou com pouca luminosidade.

Embora seja uma espécie carnívora e predadora, aceita bem alimento inerte após um período de condicionamento alimentar, o que o torna interessante para piscicultura (Tenório *et.*, 2006). Além disso, esta espécie tem demonstrado eficiência na utilização de ingredientes de origem vegetal (Melo *et al.*, 2016). Contudo, o alimento vivo proporciona melhor desempenho para alevinos de pacamã (Souza *et al.*, 2014).

A larvicultura do pacamã pode ser realizada em água doce ou salinizada a 2% em densidades de estocagem de até 60 indivíduos/litro. Um desafio da larvicultura deste peixe está relacionado ao canibalismo, que pode ser reduzido em densidades de estocagem mais altas, luminosidade reduzida e com alimentação inicial de náuplios de *Artemia* sp. (Luz & Santos, 2008; Luz *et al.*, 2011). O uso de pós-larvas de tilápia do nilo também tem sido avaliado, mas com menos sucesso, visto que o comportamento de cardume destes indivíduos acaba inibindo o ataque dos predadores (Meurer *et al.*, 2010).

Outro desafio relacionado ao cultivo de pacamãs é a reprodução, já que estes indivíduos não apresentam dimorfismo sexual. Entretanto, técnicas de canulação tem sido utilizadas para facilitar a reprodução em pisciculturas (Lopes *et al.*, 2016).

A maioria dos estudos sobre a espécie, envolve comportamento e características reprodutivas (Rizzo *et al.*, 2002; Reis *et al.*, 2003; Sato *et al.*, 2003; Melo *et al.*, 2011), havendo uma lacuna sobre aspectos zootécnicos.

## **2.2 O modelo de regressão linear como ferramenta zootécnica**

O planejamento e a viabilidade econômica da produção de uma determinada espécie dependem do conhecimento dos rendimentos de partes comestíveis e da forma de processamento destas diferentes partes (De Oliveira Felizardo *et al.*, 2015).

As características morfométricas de peixes têm grande importância na indústria do pescado, sendo usadas como ferramentas para indicar o percentual de peso de filé e carcaça e rendimentos corpóreos dos animais (Bosworth *et al.*, 1998. Bosworth e Holland, 2001; De Oliveira Felizardo *et al.*, 2015).

Em relação aos rendimentos corpóreos, o uso das medidas morfométricas muitas vezes têm se mostrados insuficientes, uma vez que a forma anatômica do peixe influencia a disposição dos tecidos musculares (De Oliveira Felizardo *et al.*, 2015). Além disso, outros fatores influenciam no

rendimento de partes comestíveis dos peixes. Alguns fatores são intrínsecos à natureza da própria espécie, como sexo, peso, formato e idade, outros estão relacionados ao manuseio humano, como habilidade do filetador e descalibragem de maquinário utilizado no beneficiamento (Freato *et al.*, 2005).

Modelos de regressão permitem a predição de uma variável resposta ou dependente através de uma ou mais variáveis explicativas ou preditoras, sendo muito utilizados em Aquacultura. Modelos de regressão utilizando variáveis morfométricas têm se mostrado ferramentas interessantes para ajudar a prever principalmente peso de filé e carcaça de vários peixes (Diodatti, 2006; Pires, 2011).

Nesse sentido, modelos mais simples são sempre recomendados pela facilidade de interpretação dos dados. O **modelo de regressão linear simples** envolve um único agente preditor ou regressor  $x$  e uma única variável resposta ou dependente  $Y$ . A notação para cada  $Y$  observado é

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

sendo a interseção  $\beta_0$  e a inclinação  $\beta_1$ , coeficientes desconhecidos da regressão e  $\varepsilon$  é um erro aleatório com média zero e variância  $\sigma^2$  (Montgomery & Runger, 2009).

As estimativas de  $\beta_0$  e  $\beta_1$  devem resultar na linha reta que corresponda ao melhor ajuste dos dados. Estes parâmetros são estimados pelo método dos mínimos quadrados, que busca minimizar a soma dos quadrados dos desvios verticais dos dados em relação aos valores estimados pelo modelo de regressão linear e são calculados pelas fórmulas abaixo:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{e} \quad \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x},$$

onde  $\bar{y}$  e  $\bar{x}$  são a média de  $Y$  e  $x$ , respectivamente. Desta forma, a reta de regressão pode ser notada como  $\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x$ .

O *resíduo* é definido como a diferença entre o *valor observado* e o *valor estimado* pela equação da regressão, sendo calculado como  $e_i = y_i - \hat{y}_i$ .

A estimativa da variância do erro,  $\sigma^2$ , pode ser calculada a partir do soma dos quadrados dos resíduos  $SQ_E = \sum e_i^2$ , sendo  $\hat{\sigma}^2$  um estimador não tendencioso calculado por  $\hat{\sigma}^2 = SQ_E / (n-2)$ . A estimativa da variância dos estimadores pode ser calculada por  $Var(\beta_1) = \hat{\sigma}^2 / S_{xx}$  para  $\beta_1$  e  $Var(\beta_0) = \hat{\sigma}^2 (1/n + \bar{x}^2 / S_{xx})$  para  $\beta_0$ .

A adequação do modelo de regressão pode ser testada a partir de um teste de hipóteses. As hipóteses a serem testadas são

$$H_0: \beta_1=0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Neste caso, não rejeitar  $H_0$  significa que não existe uma relação linear simples entre  $Y$  e  $x$  e assim o modelo não está adequado. Um método de se testar a significância da regressão é através de análise de variância. O teste para significância da regressão pode ser definido como

$$F_0 = \frac{SQ_R/1}{SQ_E/n-2}$$

sendo  $SQ_R$  e  $SQ_E$  a soma dos quadrados da regressão e dos resíduos, respectivamente.

Além do teste de hipóteses, outro indicador que auxilia na análise do modelo ajustado é o Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) que corresponde a razão da soma dos quadrados  $R^2 = SQ_R/SQ_T$ , sendo  $SQ_T$  a soma de quadrados total que é a soma de  $SQ_R$  e  $SQ_E$ . De uma maneira simples, o coeficiente de determinação explica a porcentagem da variação total da variável resposta que é explicada pela variação da variável explicativa.

Contudo, a análise através do  $R^2$  deve ser cuidadosa, visto que é possível aumentar o coeficiente adicionando mais variáveis explicativas que por sua vez, podem aumentar a soma do quadrado dos erros. Nesse sentido, uma análise mais prudente para comparação de diferentes modelos é o  $R^2$  ajustado, dado por  $R^2 = 1 - (1-R^2) [(n-1)/(n-k)]$  pois, leva em consideração o acréscimo de variáveis explicativas.

Nesse contexto, em que a variável dependente ou resposta  $Y$  está relacionada a  $k$  variáveis independentes ou regressoras, o modelo de regressão adotado será o **modelo de regressão linear múltipla**:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon$$

O teste de hipóteses para verificação da adequação do modelo de regressão linear múltipla passa a ser

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ para no mínimo uma variável}$$

A estatística de teste ANOVA passa a ser

$$F_0 = \frac{SQ_R/k}{SQ_E/(n-p)} = \frac{MQ_R}{MQ_E}$$

Nesse sentido, um teste individual para os coeficientes é fundamental para determinar quais variáveis são significativas para o modelo. Um teste-t individual pode ser realizado.

As hipóteses para verificação da significância de um coeficiente são:

$$H_0: \beta_j = \beta_{j0}$$

$$H_1: \beta_j \neq \beta_{j0}$$

A estatística do teste para esta hipótese é:

$$T_0 = \frac{\beta_j - \beta_{j0}}{ep(\beta_{j0})}$$

Onde  $ep$  é o erro padrão. Dessa maneira, se a hipótese nula não for rejeitada, o regressor  $x_j$  poderá ser retirado do modelo.

Em relação ao coeficiente de determinação, o mais adequado é o cálculo que penaliza o valor total com o acréscimo de variáveis explicativas ao modelo.

$$R^2 = 1 - \frac{SQ_E/(n-p)}{SQ_T/(n-1)}$$

Existem ainda, casos em que a relação entre  $x$  e  $Y$  não é linear sendo necessária a inserção de um termo de segundo grau. Modelos de regressão múltipla incluem modelos de regressão polinomiais como exemplo, polinômio de segundo grau em uma variável.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_{11} x^2 + \varepsilon$$

Em alguns casos, o modelo de regressão linear não é adequado, pois, a função da verdadeira regressão não é linear. Isso pode ser verificado através de um gráfico de dispersão. Neste caso, a transformação da variável resposta poderia ser utilizada para linearizar a relação.

Após a análise da significância do modelo de regressão, sendo considerado válido, é fundamental a análise de resíduos. Os modelos de regressão devem atender algumas suposições

- i) Os erros têm média zero e variância constante (homocedasticidade);
- ii) Os erros não são correlacionados;
- iii) Os erros têm distribuição Normal;
- iv) A relação entre a variável resposta e explicativa deve ser linear.

A análise dos resíduos pode ser conduzida através de testes estatísticos ou por meio de gráficos gerados por programas específicos. A avaliação da suposição de variância constante dos erros (homocedasticidade) pode ser realizada através de um gráfico de dispersão dos resíduos do modelo versus valores ajustados. A suposição de homocedasticidade é atendida se não for observada nenhuma tendência no gráfico. O gráfico deve apresentar uma nuvem de pontos aleatória e constante em torno de 0.

A ausência de correlação entre os erros pode ser avaliada através do gráfico de resíduos versus ordem da coleta (quando conhecida) que também não deve apresentar tendência. A suposição de normalidade pode ser avaliada através do gráfico de probabilidade Normal e testes de normalidade. A análise de resíduos pode também ser feita por meio de testes específicos. Um modelo de regressão com coeficientes significantes, com coeficiente de determinação elevado só pode ser considerado bem ajustado se atender a suposições através da análise de resíduos.

A multicolinearidade é outro ponto fundamental a ser analisado em uma análise de regressão múltipla e está relacionada a elevada correlação entre duas ou mais variáveis independentes do modelo. O uso de variáveis independentes altamente correlacionadas podem levar a construção de modelos errôneos. A multicolinearidade pode ser avaliada por meio do VIF (*Variance Inflation Factor*) ou fator de inflação da variância para cada variável explicativa, dado por  $VIF_j=1/1-R_j^2$ . Em geral, considera-se que o VIF indica problema de multicolinearidade quando superior a 10. Outra maneira de se avaliar a multicolinearidade é através da comparação entre a significância entre o teste F e os coeficientes. Em uma situação onde o teste F para significância da regressão for significativo e os testes para os coeficientes individuais não forem significativos, isso é um indicativo de efeito de multicolinearidade.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a viabilidade do uso de medidas morfométricas como preditores de pesos e rendimentos corpóreos em pacamãs quando utilizadas em modelos de regressão linear.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a correlação entre pesos e rendimentos de filé e de carcaça de pacamã com diferentes medidas morfométricas;
- Construir e selecionar o melhor modelo de regressão linear para pesos e rendimentos corporais;

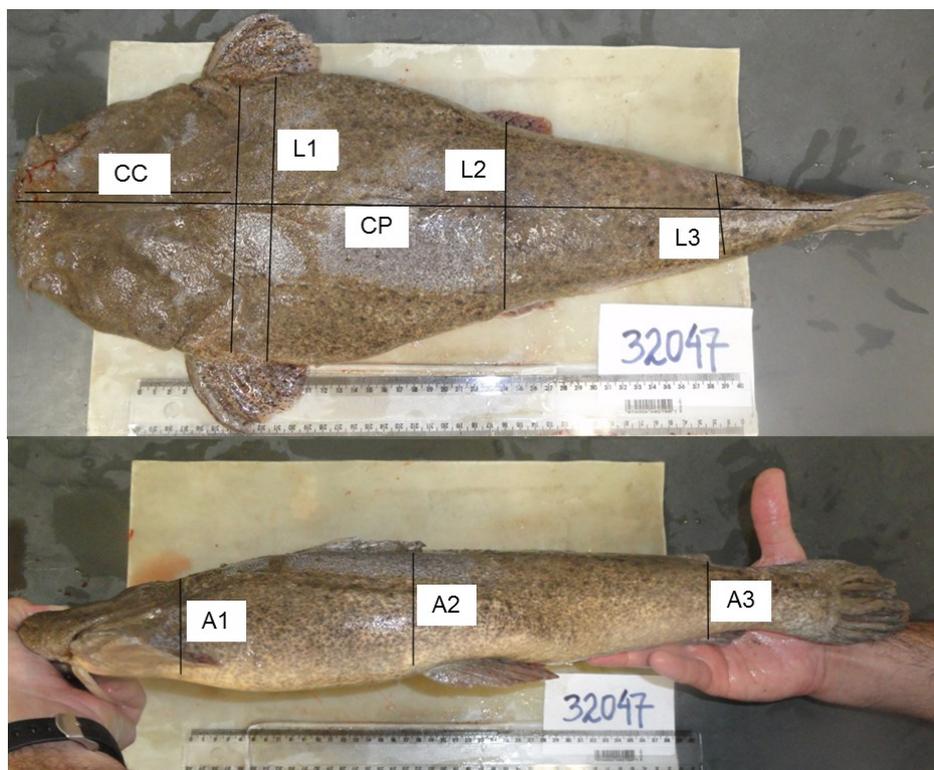
### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Obtenção do banco de dados**

O banco de dados foi disponibilizado pelo Prof. Eduardo Maldonado Turra, do Laboratório de Aquicultura da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. O banco de dados é constituído de medidas de morfometria, pesos e rendimentos corporais de 248 pacamãs (*Lophiosilurus alexandri*), oriundos de produção do próprio laboratório. As medidas foram obtidas no período de março de 2011 a junho de 2015 de animais abatidos de diferentes experimentos. O Quadro 1 apresenta as variáveis avaliadas com suas respectivas siglas. As variáveis morfométricas estão destacadas na Figura 1.

**Quadro 1.** Variáveis medidas em cada animal do banco de dados (Vide Figura 1)

Variável	Descrição
<b>Pesos</b>	
Peso	Peso total (gramas)
File x2	Peso do filé com pele do lado esquerdo, multiplicado por dois (gramas)
File-s/p x2	Peso do filé sem pele do lado esquerdo, multiplicado por dois (gramas)
PCarca	Peso da carcaça, após retirada das vísceras, cabeça e escamas (gramas)
<b>Rendimentos</b>	
%File	Rendimento de filé: razão entre <i>Filex2</i> e <i>Peso</i> (%)
%File (s/p)	Rendimento de filé sem pele: razão entre <i>Filé s/p x2</i> e <i>Peso</i> (%)
%Carca	Rendimento da carcaça: razão entre <i>Pcarcaça</i> e <i>Peso</i> (%)
<b>Morfológicas</b>	
CC	Comprimento de cabeça (cm)
CP	Comprimento Padrão (cm)
Ccor	Comprimento correto: diferença entre CP e CC (cm)
L1	Largura 1 (cm)
L2	Largura 2 (cm)
L3	Largura 3 (cm)
A1	Altura 1 (cm)
A2	Altura 2 (cm)
A3	Altura 3 (cm)
CP*L1	“área” = comprimento multiplicado pela altura (cm <sup>2</sup> )



**Figura 1.** Representação das medidas morfométricas do pacamã (Vide Quadro 1)

## 4.2 Análise descritiva e exploratória

Toda a análise de dados foi realizada utilizando-se o programa Minitab versão 14. A análise descritiva foi realizada para uma avaliação geral das variáveis. Com o objetivo de identificar as possíveis variáveis explicativas para os modelos de regressão linear para pesos e rendimentos de filé e carcaça, foi conduzida uma análise de correlação com construção de diagramas de dispersão e cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson.

## 4.3 Construção dos modelos de regressão linear

As **variáveis resposta** foram relativas como *pesos e rendimentos corporais*:

- **Filé x2** (peso de filé com pele, multiplicado por dois),
- **Filé s/p x2** (peso de filé sem pele, multiplicado por dois),
- **PCarca** (peso de carcaça),
- **%Filé** (rendimento de filé com pele),
- **%Filé (s/p)** (rendimento de filé sem pele) e
- **%Carca** (rendimento de carcaça).

Estas variáveis foram escolhidas devido à sua importância na piscicultura, tanto diretamente para produção, quanto na seleção de reprodutores principalmente em programas de melhoramento.

As variáveis resposta para as quais a suposição de distribuição Normal não foi considerada válida, segundo o teste de Anderson-Darling (ao nível de significância de 5%) foram transformadas utilizando a metodologia de Box-Cox ou por meio da função raiz quadrada.

As medidas morfométricas **CC, CP, Ccor, L1, L2, L3, A1, A2, A3 e CP\*L1** foram definidas como variáveis explicativas. A variável **Peso** foi considerada variável explicativa para as demais variáveis resposta por ser uma medida de fácil obtenção (sem a necessidade de abate do animal) e por ter relação biológica direta com elas (variável *off set*).

A metodologia de *stepwise* foi utilizada para a seleção das variáveis no modelo de regressão linear. Foram consideradas, também, interações entre as variáveis explicativas para construção do modelo ideal. Para cada variável resposta, foram construídos pelo menos quatro modelos para comparação.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise descritiva e exploratória

Em relação às medidas morfométricas, não foi verificada elevada variabilidade, sendo o maior coeficiente de variação ( $CV=37,46\%$ ) para CP\*L1 (Tabela 1 e histogramas no Apêndice A). A distribuição dos valores mostrou-se unimodal e aproximadamente simétrica nestas variáveis, com exceção da variável L2, que apresentou dois grupos (modas) distintas. Como é mostrado na Seção 5.2, a variável L2 (e também a A2), apresentou esta distinção de dois grupos de dados quando se avaliou a relação com as variáveis resposta.

As variáveis que medem os pesos corporais apresentaram elevado valor do CV, indicando uma grande variabilidade dos dados (Tabela 2 e figuras 2 a 4). Isso se justifica devido ao abate ter sido realizado em indivíduos de diferentes idades. As variáveis relacionadas aos rendimentos corporais apresentaram baixo CV, uma vez que são proporcionais ao peso individual dos animais (Tabela 2 e figuras 5 a 7).

As variáveis resposta de peso corporal não apresentaram distribuição Normal pelo teste de Anderson-Darling (figuras 2 a 4). As variáveis de rendimento de filé apresentaram distribuição Normal, mas o mesmo não ocorreu com *Rendimento de carcaça* (figuras 5 a 7). A transformação das variáveis resposta para os modelos de regressão é abordada na Seção 5.3.

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas para as medidas morfométricas (n=248)

<b>Variável*</b>	<b>CC</b>	<b>CP</b>	<b>Ccor</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>CP*L1</b>
Média	80,69	257,92	177,23	78,57	33,77	19,39	33,16	25,85	22,62	21020
DP	14,55	54,23	41,28	15,32	9,35	6,37	7,04	4,40	3,93	7874
CV (%)	18,04	21,03	23,29	19,50	27,70	32,88	21,24	17,03	17,38	37,46
Mínimo	48,70	132,00	81,40	43,50	19,00	3,90	14,29	15,00	13,70	5742
Q1	70,00	220,25	150,22	67,56	28,00	15,00	28,02	22,28	19,78	14828
Mediana	82,78	262,00	178,79	80,00	31,36	20,19	33,00	26,00	22,97	21225
Q3	90,00	297,50	207,88	90,00	36,00	24,00	38,05	28,95	25,00	26492
Máximo	122,00	395,00	273,00	114,00	64,16	32,00	51,83	38,00	33,05	41475

\*cm; DP: desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; Q1: primeiro quartil; Q3: terceiro quartil.

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas para pesos e rendimentos corporais (n=248)

<b>Variável</b>	<b>Pesos</b>				<b>Rendimentos</b>		
	<b>Peso (g)</b>	<b>Filé x2 (g)</b>	<b>Filé s/p x2(g)</b>	<b>Pcarca (g)</b>	<b>%F</b>	<b>%F s/p</b>	<b>%Carca</b>
Média	445,30	217,71	179,22	315,26	48,73	39,06	61,18
DP	247,10	123,42	95,42	140,14	2,83	3,19	3,28
CV (%)	55,50	56,69	53,24	44,45	5,80	8,18	5,35
Mínimo	55,40	24,00	20,00	85,86	39,23	28,18	48,85
Q1	247,90	116,25	103,50	202,70	47,03	37,26	59,17
Mediana	415,50	208,00	169,00	290,00	48,67	38,99	61,37
Q3	603,00	300,00	248,00	403,75	50,54	41,07	63,00
Máximo	1194,00	578,00	462,00	736,00	60,97	51,47	78,73

DP: desvio-padrão; CV: coeficiente de variação; Q1: primeiro quartil; Q3: terceiro quartil.

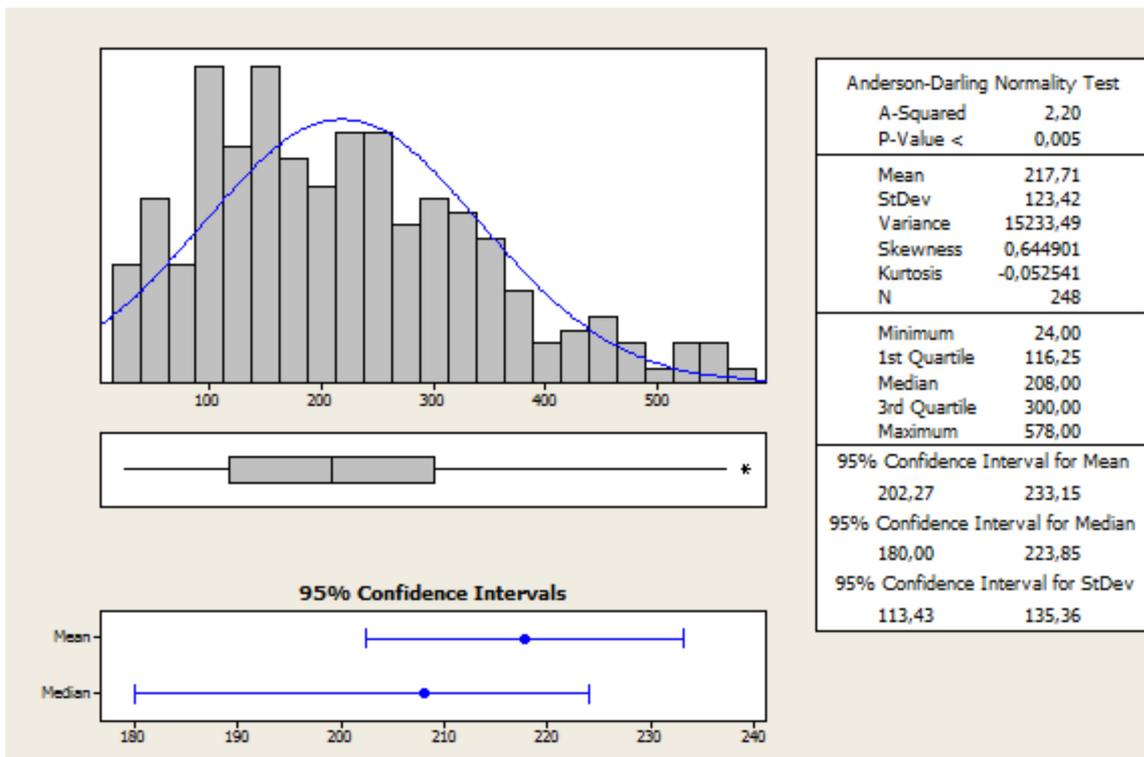


Figura 2. Histograma e estatísticas descritivas para *Peso de filé com pele (Filé x2)*.

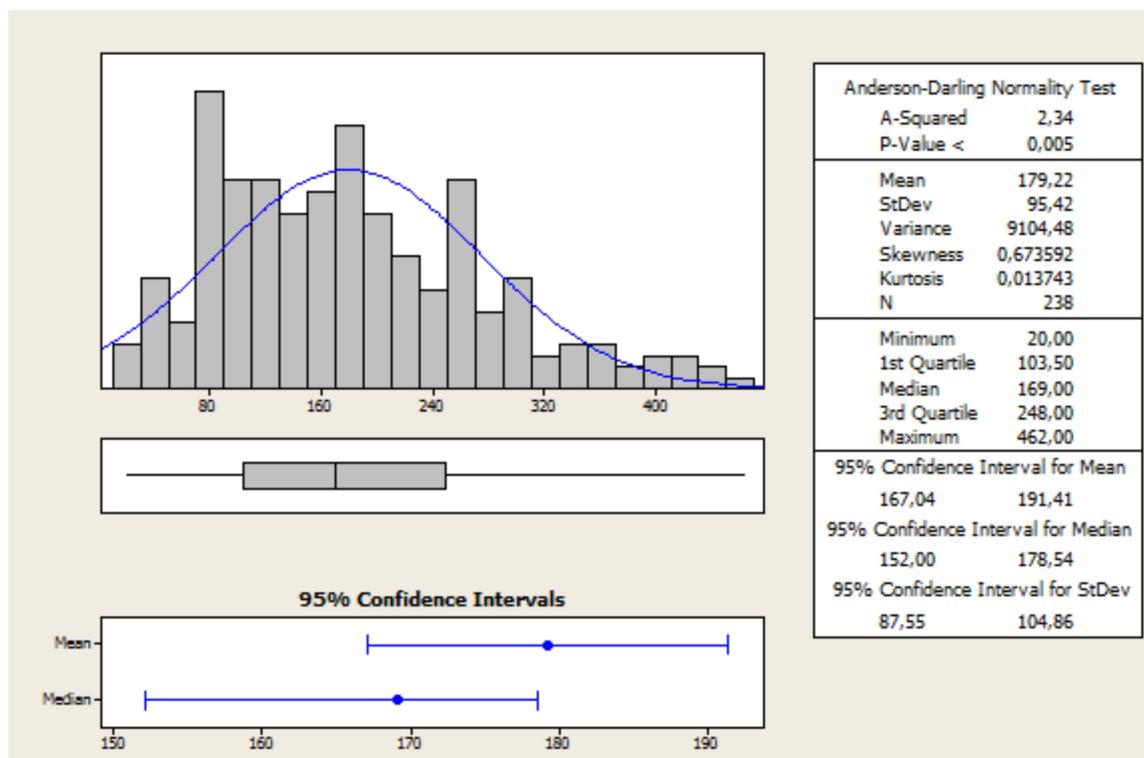


Figura 3. Histograma e estatísticas descritivas para *Peso de filé sem pele (Filé s/p x2)*.

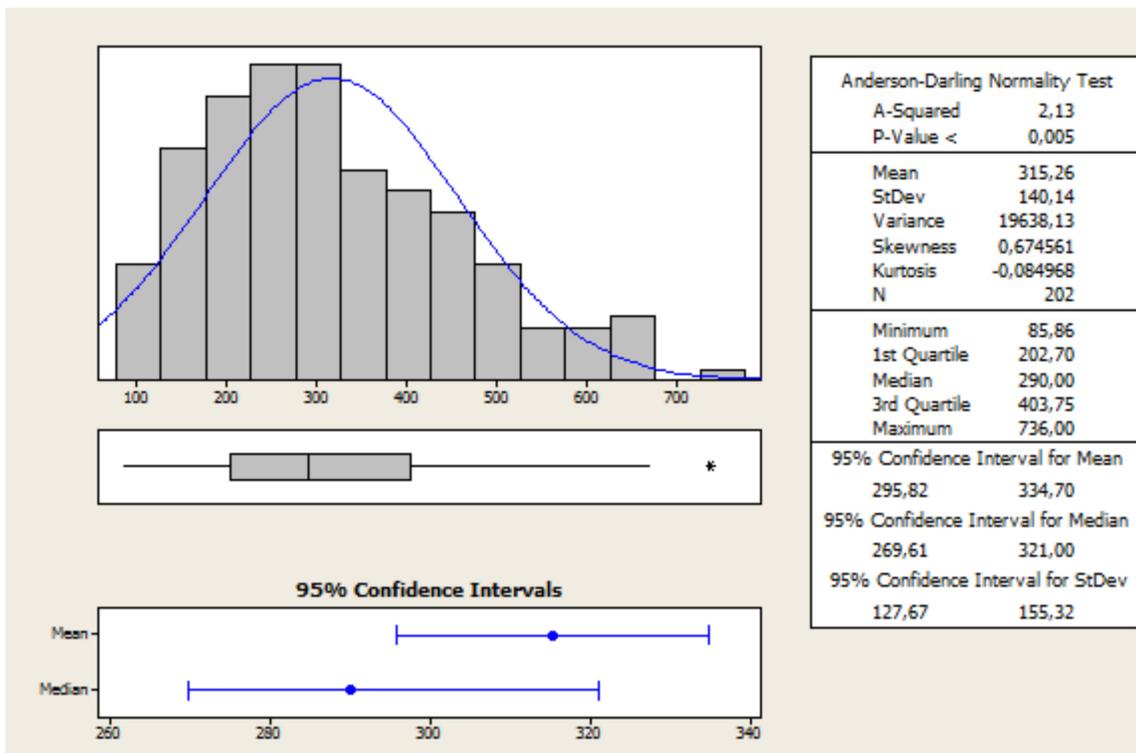


Figura 4. Histograma e estatísticas descritivas para *Peso de carcaça* (PCarca).

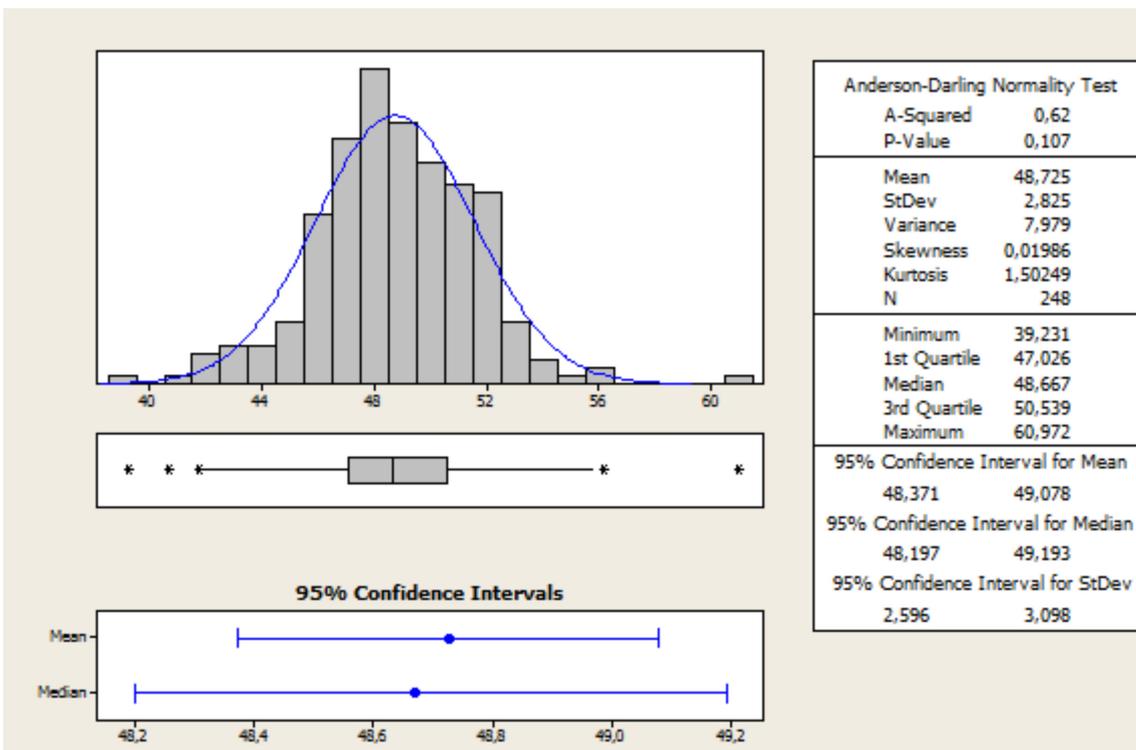


Figura 5. Histograma e estatísticas descritivas para *Rendimento de Filé com pele* (%F).

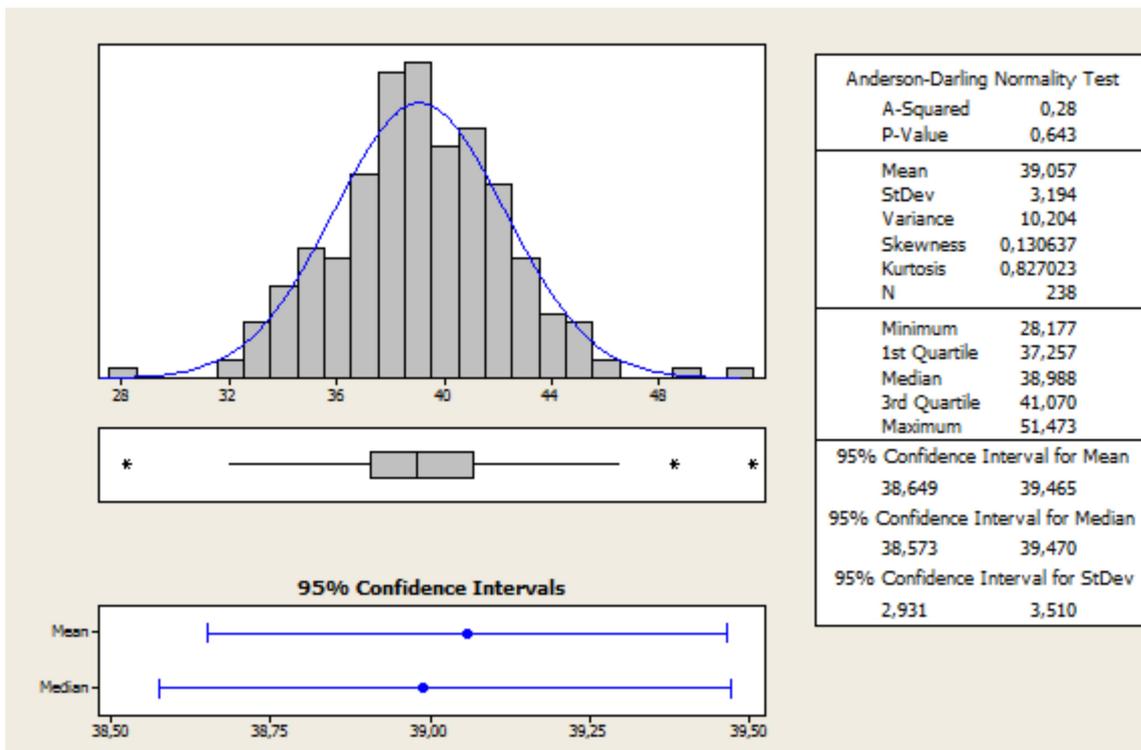


Figura 6. Histograma e estatísticas descritivas para *Rendimento de Filé sem pele (%F s/p)*.

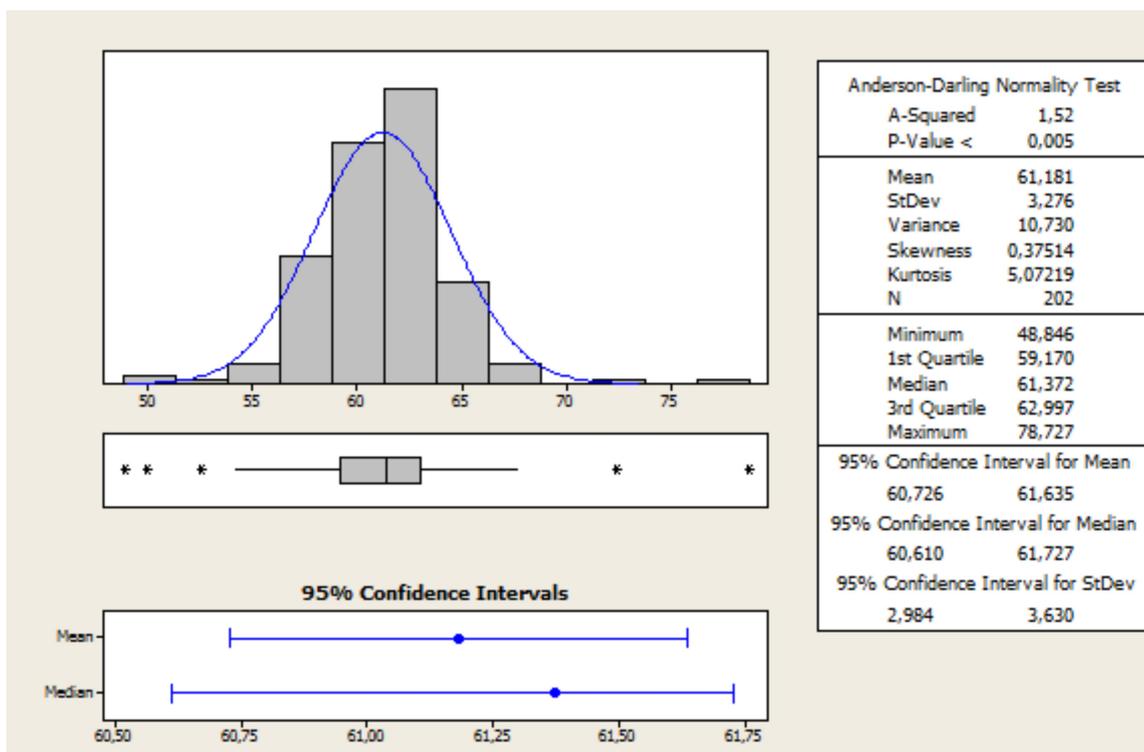


Figura 7. Histograma e estatísticas descritivas para *Rendimento de Carcaça (%Carca)*.

## 5.2 Análise de correlação

Os valores do coeficiente de correlação linear de Pearson são apresentados na Tabela 3 e nos diagramas de dispersão nas figuras 8 a 10 é possível notar que as três variáveis resposta de peso corporal (*peso de filé com/sem pele* e *peso de carcaça*) apresentaram relação aproximadamente linear crescente moderada a alta com quase todas as variáveis morfométricas. A linearidade das relações foi alcançada com a transformação das variáveis resposta, como é mostrado no Seção 5.3.

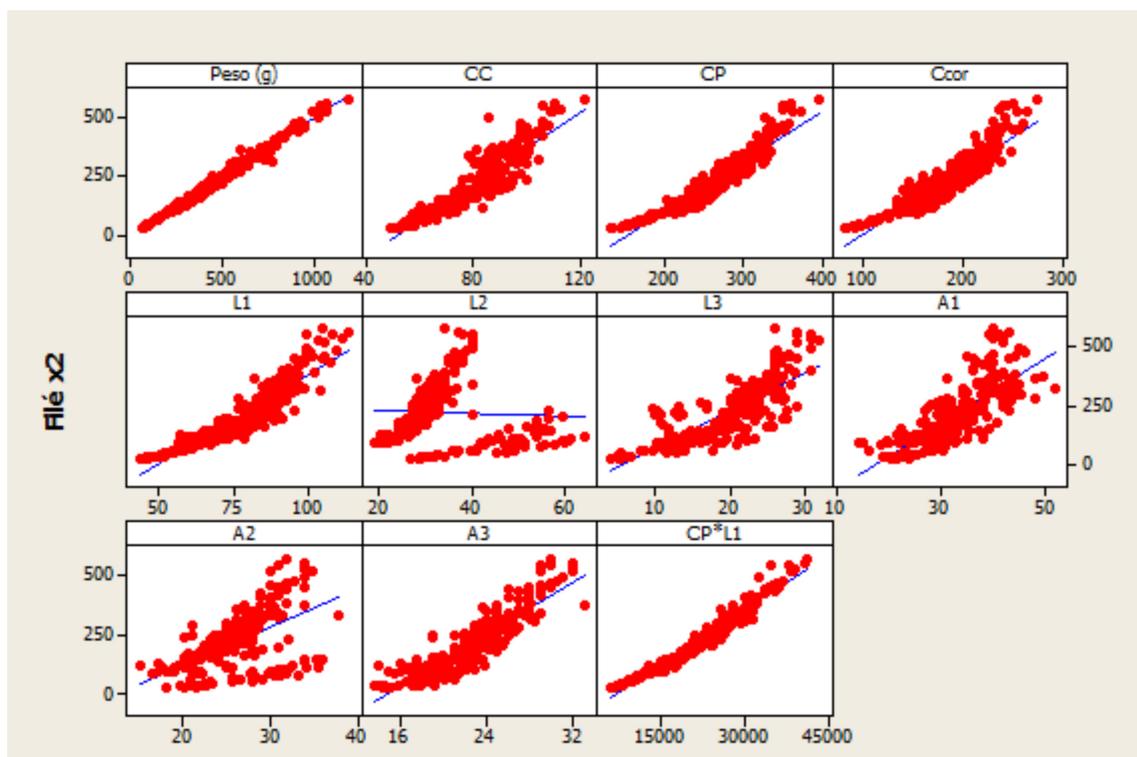
É possível observar dois grupos distintos nos diagramas de dispersão envolvendo as variáveis A2 e L2. Essa diferença pode estar relacionada a um erro de medida destas. Aparentemente, ocorreu confusão no local correto da medida entre os diferentes responsáveis pela coleta destes dados. Como não foi possível identificar estes dois grupos, essas variáveis não entraram no modelo de regressão linear.

Não foi observado nenhum tipo de relação entre as variáveis de rendimento (*rendimento de filé com/sem pele* e *rendimento de carcaça*) e as variáveis morfológicas (figuras 11 a 13), cujos valores do coeficiente de correlação de Pearson foram baixos (Tabela 3).

Conforme descrito na Quadro 1, o rendimento (de filé ou de carcaça) é calculado com uma proporção do peso total que é devido apenas ao peso do filé (ou da carcaça). Como o peso tem correlação linear muito forte com os pesos de filé e carcaça, era de se esperar mesmo que os rendimentos não fossem correlacionados com peso. Para as outras variáveis morfológicas, a ausência de correlação com rendimento é explicada pelo fato de todas serem correlacionadas com peso de file/carcaça (numerador do rendimento) e com peso total (denominador do rendimento), sendo portanto, todas não correlacionadas com rendimento.

**Tabela 3.** Matriz dos valores do coeficiente de correlação linear de Pearson das variáveis medidas (em negrito, as correlações significativas a 5%)

Variavel	File x2	File s/p x2	Pcar-ca	% File	% File s/p	% Car-ca	Peso	CC	CP	Ccor	L1	L2	L3	A1	A2	A3
File s/px2	<b>0.994</b>															
PCarca	<b>0.996</b>	<b>0.987</b>														
%File	<b>0.205</b>	<b>0.254</b>	0.266													
%File s/p	0.023	0.094	0.113	<b>0.759</b>												
%Carca	<b>0.289</b>	<b>0.299</b>	<b>0.316</b>	<b>0.739</b>	<b>0.580</b>											
Peso	<b>0.994</b>	<b>0.986</b>	<b>0.992</b>	0.108	-0.059	<b>0.199</b>										
CC	<b>0.904</b>	<b>0.888</b>	<b>0.865</b>	0.088	-0.073	<b>0.189</b>	<b>0.912</b>									
CP	<b>0.945</b>	<b>0.937</b>	<b>0.955</b>	0.096	-0.089	<b>0.235</b>	<b>0.952</b>	<b>0.918</b>								
Ccor	<b>0.923</b>	<b>0.912</b>	<b>0.912</b>	0.094	-0.091	<b>0.233</b>	<b>0.930</b>	<b>0.853</b>	<b>0.990</b>							
L1	<b>0.926</b>	<b>0.921</b>	<b>0.900</b>	<b>0.144</b>	0.003	<b>0.233</b>	<b>0.929</b>	<b>0.943</b>	<b>0.913</b>	<b>0.866</b>						
L2	-0.043	-0.040	0.367	<b>0.226</b>	<b>0.245</b>	<b>0.210</b>	-0.060	-0.058	<b>-0.183</b>	<b>-0.219</b>	0.050					
L3	<b>0.817</b>	<b>0.795</b>	<b>0.731</b>	0.081	-0.087	<b>0.202</b>	<b>0.822</b>	<b>0.803</b>	<b>0.851</b>	<b>0.835</b>	<b>0.854</b>	-0.012				
A1	<b>0.777</b>	<b>0.763</b>	<b>0.756</b>	0.070	-0.046	<b>0.144</b>	<b>0.783</b>	<b>0.686</b>	<b>0.765</b>	<b>0.763</b>	<b>0.767</b>	0.004	<b>0.659</b>			
A2	<b>0.575</b>	<b>0.567</b>	<b>0.854</b>	<b>0.204</b>	0.104	<b>0.242</b>	<b>0.568</b>	<b>0.487</b>	<b>0.441</b>	<b>0.407</b>	<b>0.590</b>	<b>0.654</b>	<b>0.445</b>	<b>0.620</b>		
A3	<b>0.892</b>	<b>0.879</b>	<b>0.888</b>	<b>0.173</b>	0.018	<b>0.271</b>	<b>0.891</b>	<b>0.859</b>	<b>0.832</b>	<b>0.790</b>	<b>0.912</b>	<b>0.178</b>	<b>0.750</b>	<b>0.797</b>	<b>0.736</b>	
CP*L1	<b>0.979</b>	<b>0.974</b>	<b>0.976</b>	<b>0.131</b>	-0.033	<b>0.238</b>	<b>0.983</b>	<b>0.946</b>	<b>0.972</b>	<b>0.944</b>	<b>0.969</b>	-0.056	<b>0.855</b>	<b>0.777</b>	<b>0.548</b>	0.895



**Figura 8.** Diagramas de dispersão para *Peso de filé com pele*. (File x2) e variáveis explicativas.

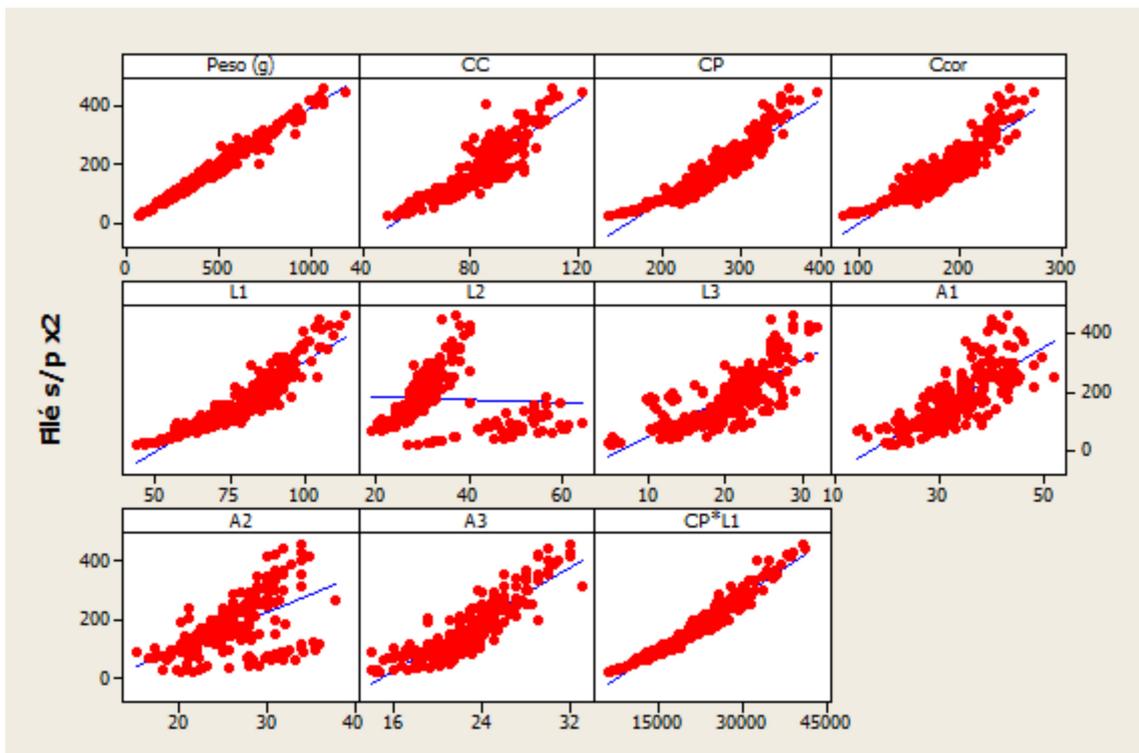


Figura 9. Diagramas de dispersão para *Peso de filé sem pele*. (Filé s/p x2) e variáveis explicativas.

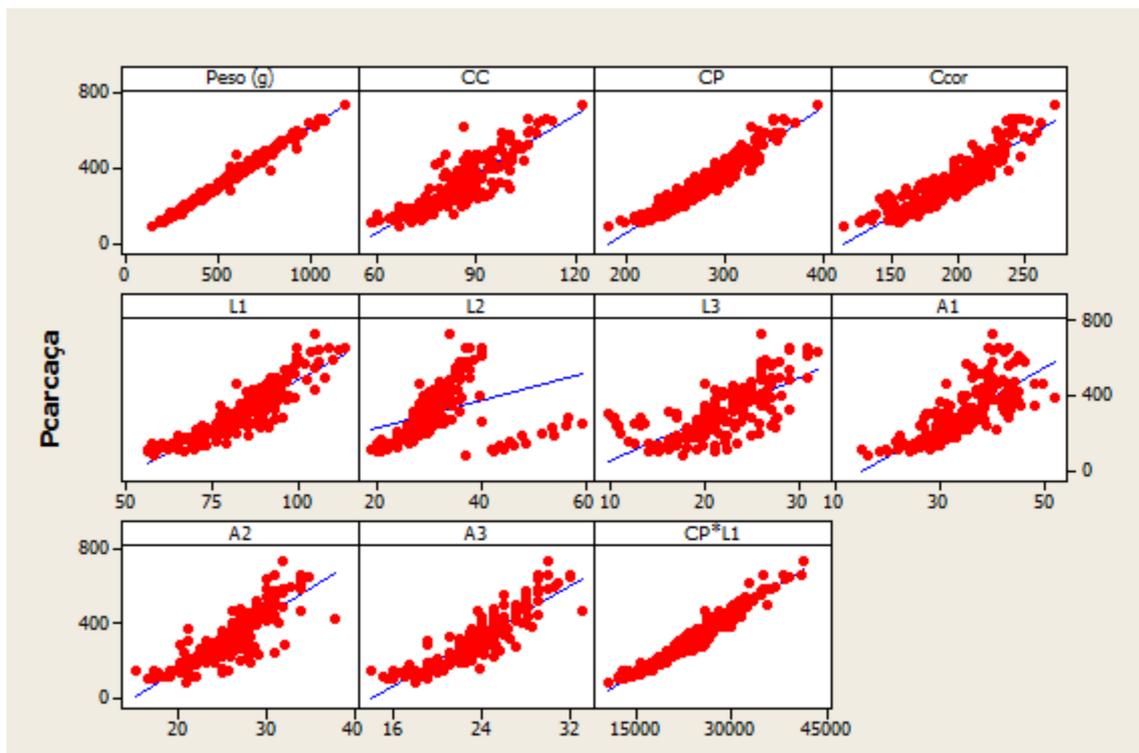


Figura 10. Diagramas de dispersão para *Peso de carça*. (PCarça) e variáveis explicativas.

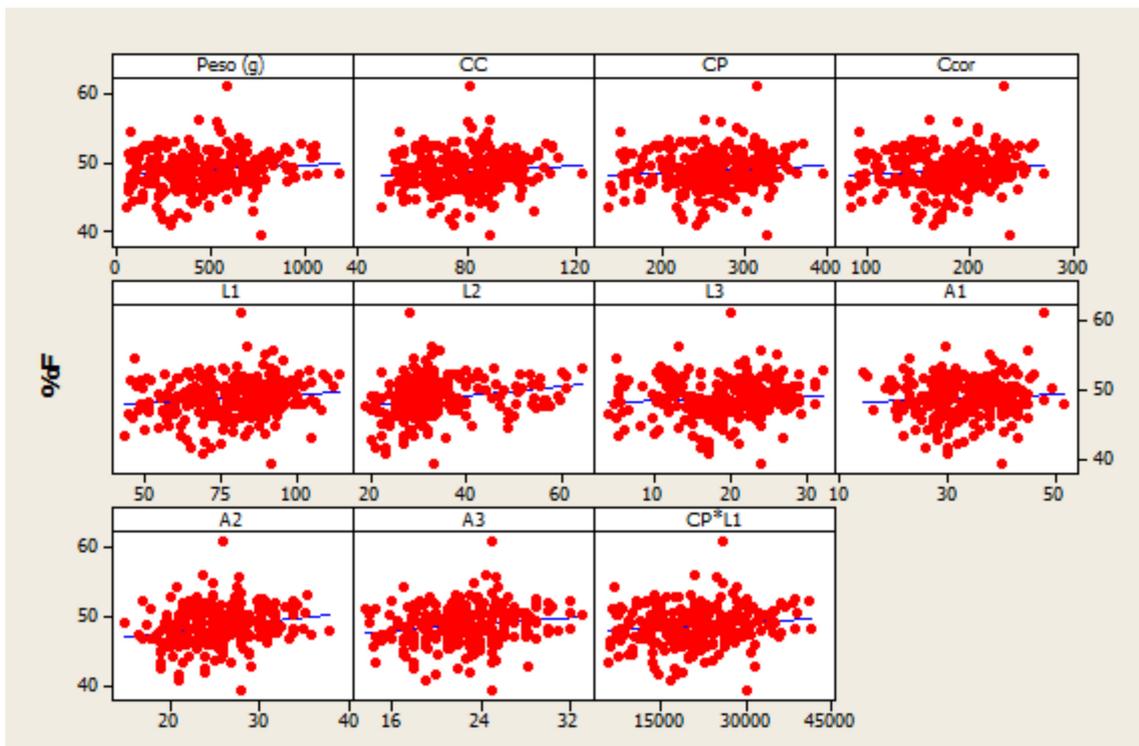


Figura 11. Diagramas de dispersão para *Rendimento de filé com pele*. (%F) e variáveis explicativas.

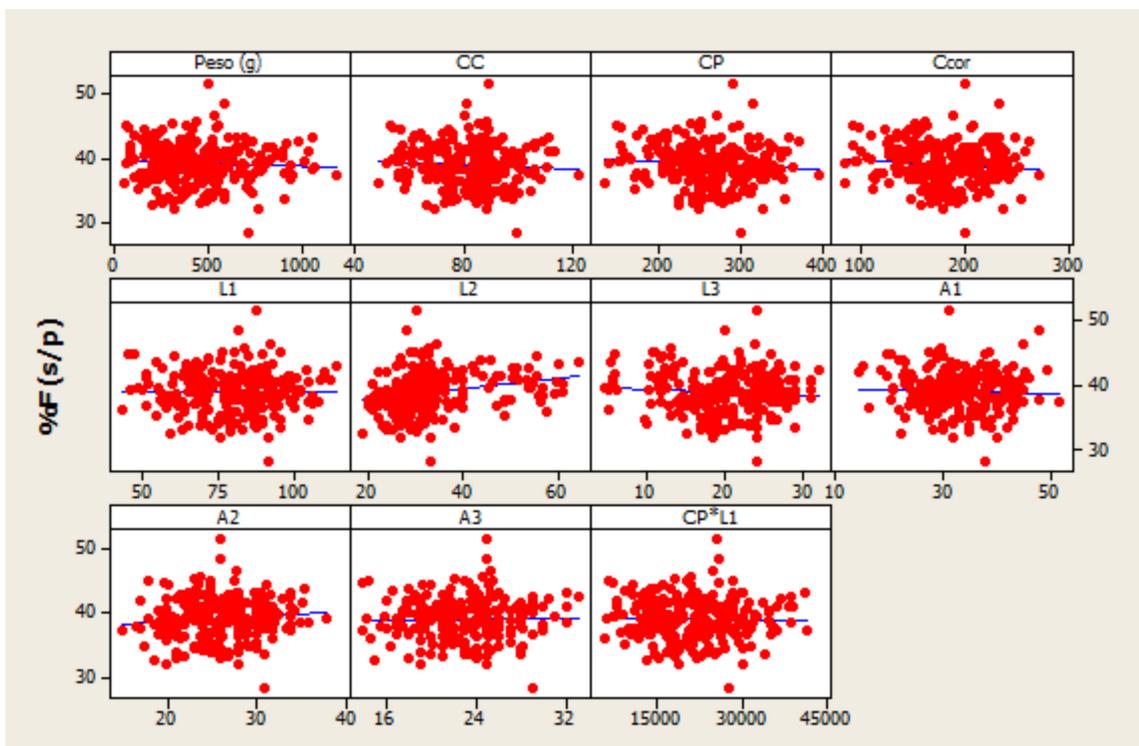
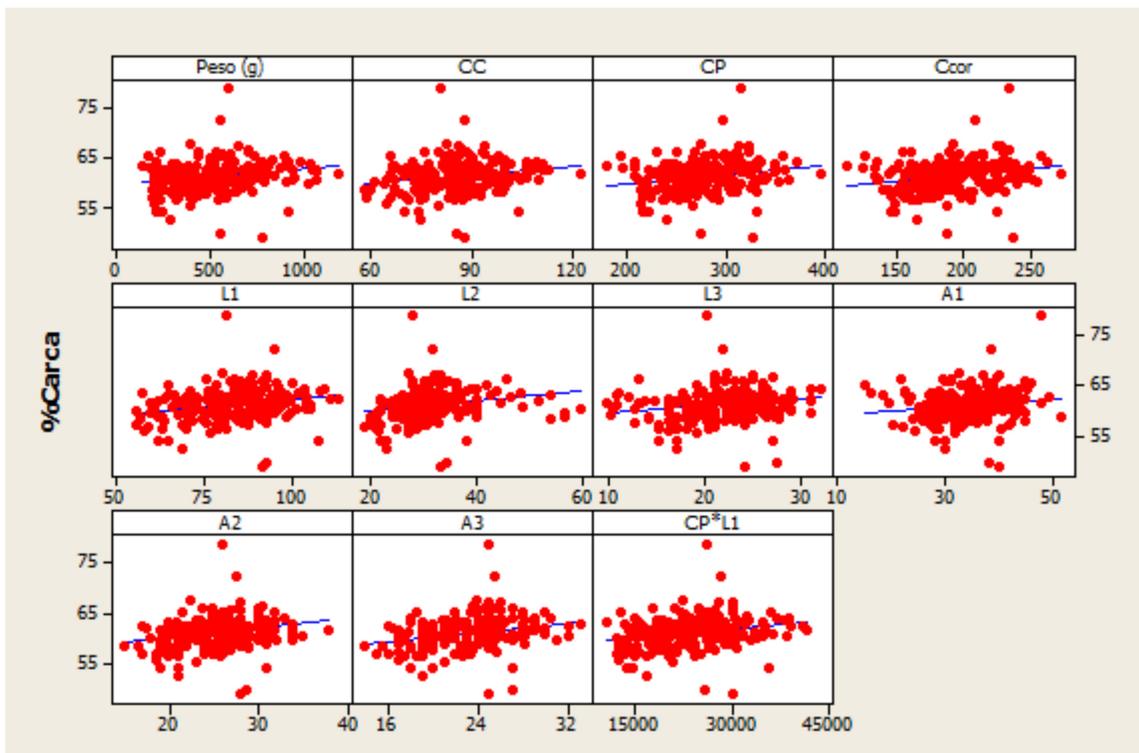


Figura 12. Diagramas de dispersão para *Rendimento de filé sem pele*. (%F s/p) e variáveis explicativas.

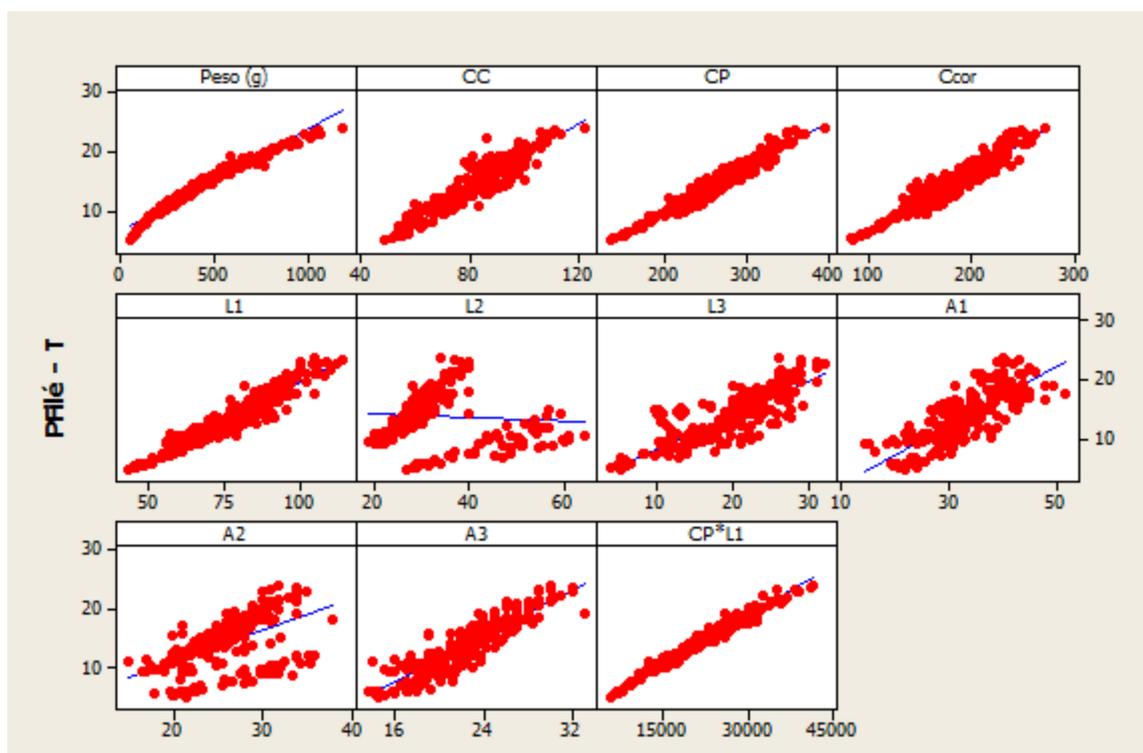
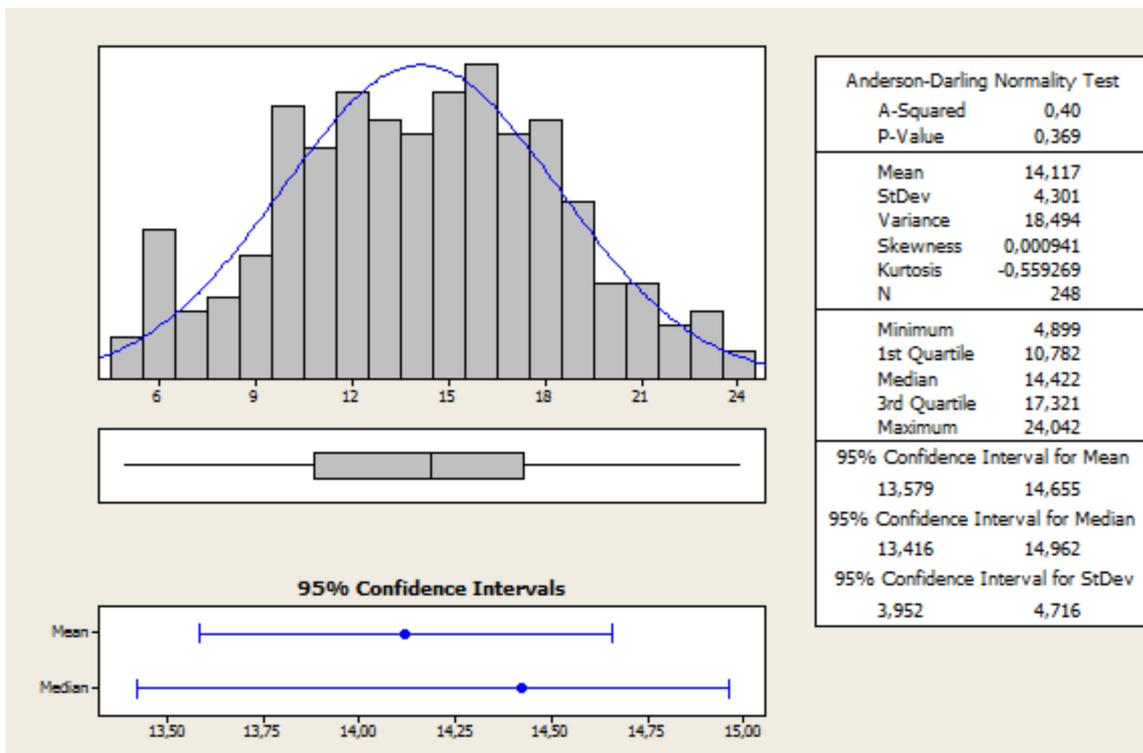


**Figura 13.** Diagramas de dispersão para *Rendimento de carcaça*. (%Carca) e variáveis explicativas.

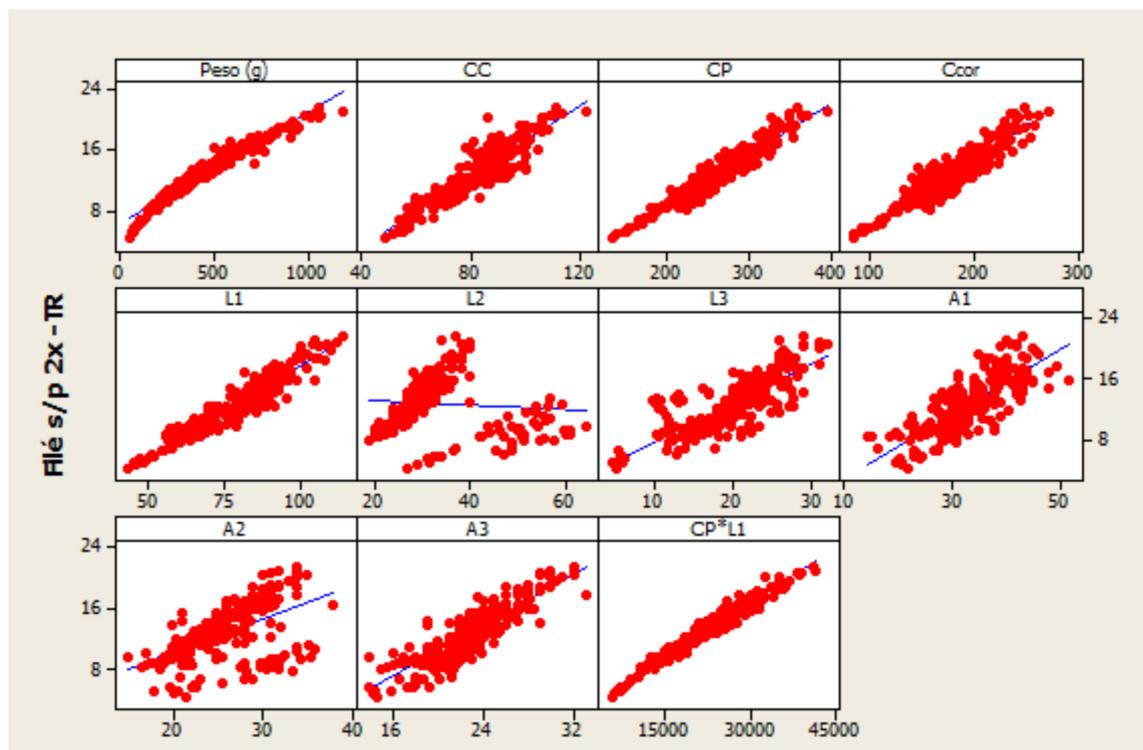
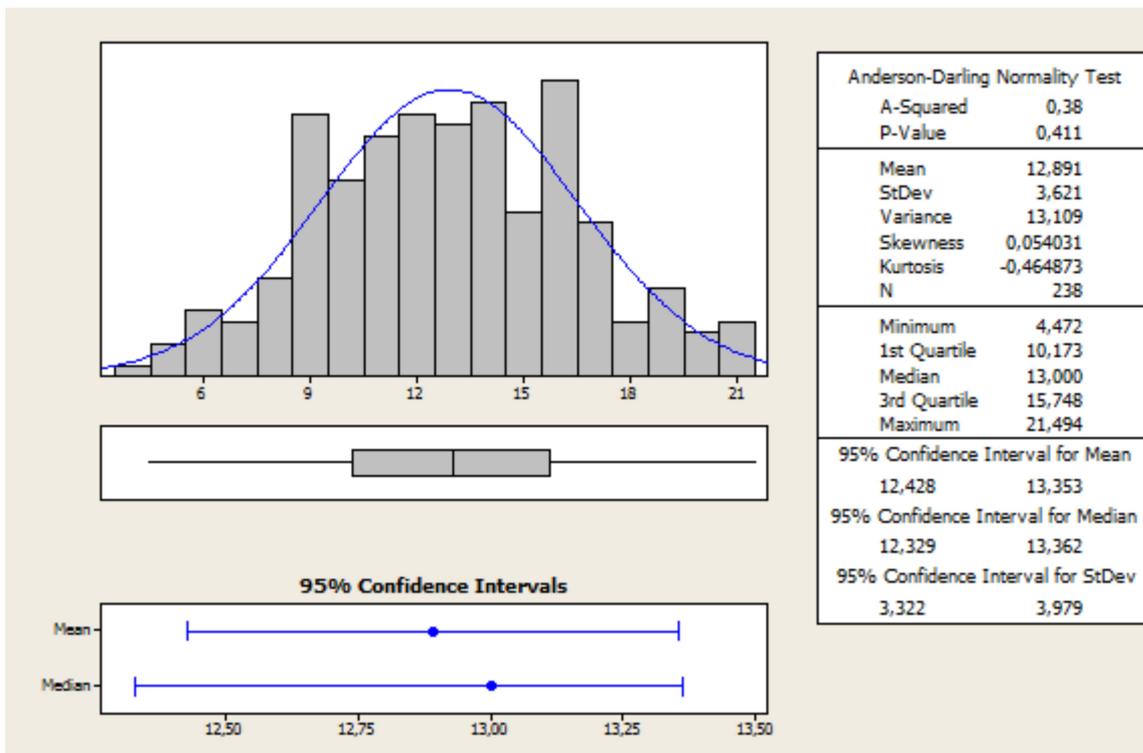
### 5.3 Normalidade e transformação das variáveis resposta

Como foi mostrado na Seção 5.1, as variáveis resposta de peso corporal não apresentaram distribuição Normal pelo teste de Anderson-Darling (figuras 2 a 4). A transformação dos dados para *Peso de filé com pele*, *Peso de filé sem pele* e *Peso de carcaça* foi possível utilizando *raiz quadrada*. A normalidade foi obtida a para três variáveis transformadas, além de tornar lineares suas relações com as variáveis explicativas (figuras 14 a 16).

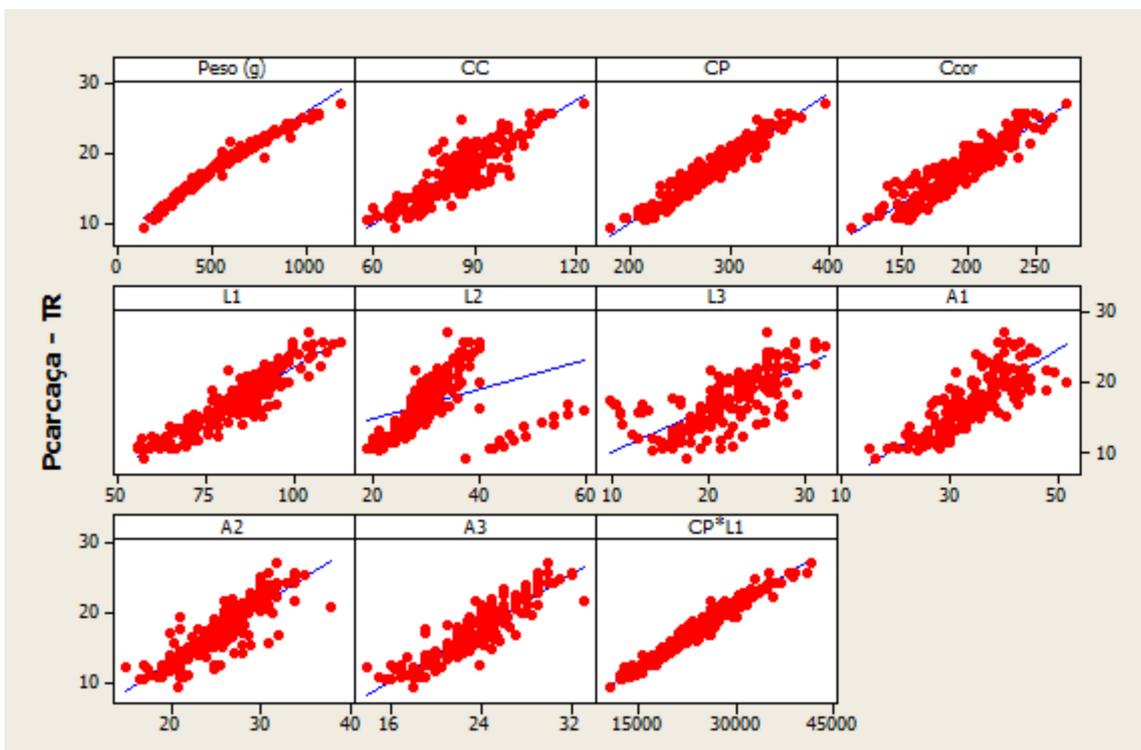
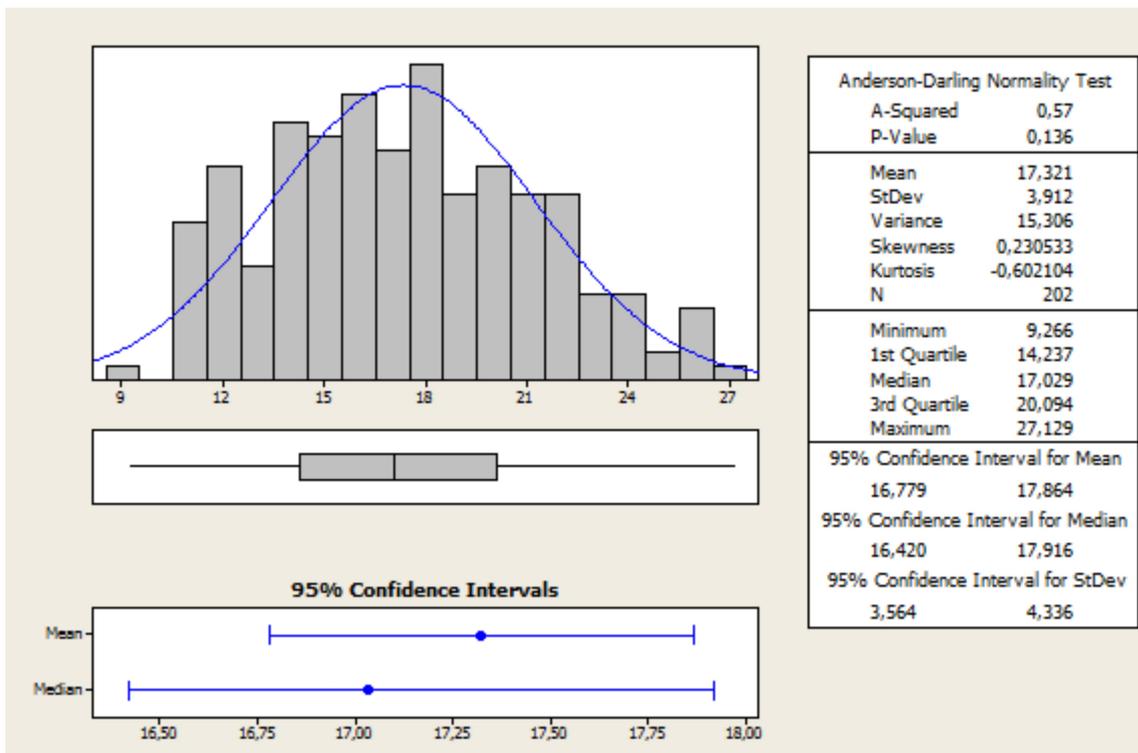
Como as variáveis *Rendimento de filé com e sem pele* apresentaram normalidade, elas não foram transformadas. Entretanto, o mesmo não foi observado para *Rendimento de carcaça* (figuras 5 a 7), não sendo possível também encontrar uma transformação que tornasse sua distribuição Normal.



**Figura 14.** Histograma e estatísticas descritivas para Peso de filé com pele (acima) e diagrama de de dispersão (abaixo) após transformação dos dados com raiz quadrada.



**Figura 15.** Histograma e estatísticas descritivas para Peso de filé sem pele (acima) e diagramas de dispersão (abaixo) com transformação dos dados com raiz quadrada.



**Figura 16.** Histograma e estatísticas descritivas para Peso de carcaça (acima) e diagramas de dispersão (abaixo) com transformação dos dados com raiz quadrada.

## 5.4 Modelos de regressão linear

### 5.4.1 Peso de Filé e Carcaça sem transformação

A variável Peso apresentou forte correlação linear com *Peso de filé com e sem pele* e *Peso de carcaça*. Um modelo de regressão linear simples, considerando *Peso* como variável explicativa, se mostrou adequado para explicar 99% da variabilidade de *Peso de filé com pele e carcaça* e 98% de *Peso de filé sem pele* (Tabela 4). Em relação a análise de resíduos, a normalidade somente não foi observada no modelo para *Peso de filé com pele*. Entretanto, a distribuição dos resíduos é unimodal simétrica, o que acreditamos ter sido suficiente para não afetar os testes do ajuste. Considerando que o peso de abate do animal é superior a 600 g, os resíduos se apresentam homocedásticos neste grupo de interesse para todos os modelos, indicando um bom ajuste (as saídas do MINITAB são mostradas no Apêndice B).

Tabela 4. Modelos de regressão linear simples para Pesos de filé e carcaça.

Variável	Equação da regressão	R <sup>2</sup> ajustado
Peso de filé com pele	Filé x2 = - 3,93 + 0,498 Peso (g)	99,1%
Peso de filé sem pele	Filé s/p x2 = - 1,75 + 0,394 Peso (g)	98,1%
Peso de carcaça	Pcarcaça = - 8,68 + 0,632 Peso (g)	99,2%

### 5.4.2 Peso de Filé com pele transformada (raiz quadrada)

Com o objetivo de determinar um modelo por meio das variáveis morfométricas, considerou-se as variáveis respostas transformadas. Aplicando a metodologia de *stepwise*, foi possível observar que a variável comprimento padrão (CP) explica quase 95% da variabilidade da variável *Peso de Filé com pele transformada por raiz quadrada (PFilé-T)*. Quando se acrescenta *Peso* como explicativa, este percentual sobe para 98%. As variáveis L1, A1, A3 e CC contribuem com uma porcentagem muito baixa para explicação da variabilidade de *PFilé-T*. Foram obtidos, em sequência, os quatro modelos resumidos na Tabela 5 (as saídas do MINITAB são mostradas no Apêndice B).

Tabela 5. Modelos de regressão linear construídos em sequência para *Peso de Filé com pele*.

Modelo	Equação da regressão	R <sup>2</sup> ajustado
1	PFilé -T = 0,917 + 0,00999 Peso (g) + 0,339 CP	98,0%
2	PFilé -T = -5,82 + 0,0773 CP	95,0%
3	PFilé -T = 2,78 + 0,000539 CP*L1	97,6%
4	PFilé - T = 1,495 + 0,000676 CP*L1 - 0,000000 (CP*L1) <sup>2</sup>	97,9%

O modelo 1, embora apresente o maior R<sup>2</sup>, os elevados valores das VIFs indicam efeito de multicolinearidade entre as variáveis *Peso* e *CP*. Além disso, os resíduos são normais e não são

homocedásticos, além de apresentarem um padrão quadrático com os valores ajustados. O histograma dos resíduos indica também possíveis outliers.

Considerando que CP explicava a maior porcentagem da variabilidade dos dados, construiu-se um modelo mais simples somente com esta variável. O modelo 2, cujo  $R^2$  ajustado foi de 95%, apresentou-se melhor ajustado que o modelo 1. Os resíduos são, aparentemente, homocedásticos e normais (embora o valor-p seja muito próximo de 0,05).

O modelo 3 considerou a área corporal através das variáveis CP e L1 e alcançou um  $R^2$  ajustado de 97,6%. Os resíduos apresentam normalidade e aparentemente variância constante, embora tenha uma curva suave no gráfico de resíduos versus ajustados.

Como o gráfico de resíduos versus ajustados apresentava uma suave curva foi inserido ao modelo 3 um termo quadrático e assim obtido o modelo 4. O modelo 4 apresentou um  $R^2$  ajustado de 97,6% e os resíduos apresentam variância constante e normalidade, sendo um modelo melhor ajustado que os dois modelos anteriores. O coeficiente quadrático, embora significativo, apresenta valor muito próximo a zero.

#### 5.4.3 Peso de filé sem pele transformada (raiz quadrada)

Aplicando a metodologia Stepwise, foi possível observar que a variável Peso explica pouco mais de 95% da variabilidade da variável Peso de Filé sem pele (File s/px2-TR). Quando se acrescenta L1, Ccor e A1, este percentual aumenta para 97,84%. A partir desta metodologia foram obtidos quatro modelos sempre levando em consideração, as variáveis morfométricas (Tabela 6; as saídas do MINITAB são mostradas no Apêndice B).

Tabela 6. Modelos de regressão linear para Peso de Filé – Transformada sem pele.

Modelo	Equação da regressão	$R^2$ ajustado
1	Filé s/px2-TR = 1,82 + 0,0102 Peso (g) + 0,0801 L1	96,8%
2	Filé s/px2-TR = -6,34 + 0,0408 CP + 0,0107 L1	96,4%
3	Filé s/px2-TR = 2,76 + 0,000470 CP*L1	96,6%
4	Filé s/px2 - TR = 1,702 + 0,000577 CP*L1 - 0,000000 (CP*L1) <sup>2</sup>	96,8%

Os modelo 1 associa Peso e L1 enquanto o modelo 2 associa CP e L1. Embora estes modelos apresentem  $R^2$  alto, a análise de resíduos indica falta de ajuste. Somente no modelo 1 os resíduos apresentam normalidade e em ambos não são homocedásticos. Os valores de VIFs estão abaixo de 10 não sugerindo efeito de multicolinearidade.

Os modelos 3 e 4 são similares aos modelos obtidos para a variável Peso de filé com pele. A justificativa para obtenção destes modelos é a possibilidade de uniformizar um modelo para diferentes respostas. O modelo 3 considera uma variável multiplicativa. O modelo apresenta alto  $R^2$  e os resíduos apresentam normalidade, mas aparentemente não são homocedásticos. O gráfico de resíduos versus ajustados apresenta uma curva suave indicando a necessidade de adição de um termo de segundo grau.

Considerando um modelo de regressão quadrática para área corporal, obteve-se o modelo 4. Este modelo apresentou alto  $R^2$  e resíduos homocedásticos e distribuição Normal, indicando bom ajuste.

#### 5.4.4 Peso de carcaça transformada (raiz quadrada)

Aplicando a metodologia Stepwise, é possível observar que a variável Peso explica quase 97% da variabilidade da variável Peso de carcaça (Pcarcaça-TR). As variáveis CC, CP, A1, L1 e A3 contribuem com menos de 2%. A partir desta metodologia, foram obtidos quatro modelos resumidos na Tabela 7 (as saídas do MINITAB são mostradas no Apêndice B).

Tabela 7. Modelos de regressão linear para Peso de carcaça.

Modelo	Equação da regressão	$R^2$ ajustado
1	Pcarcaça - TR = 3,90 + 0,0132 Peso (g) + 0,0240 CP	97,4%
2	Pcarcaça - TR = -9,83 + 0,0635 CP + 0,116 L1	96,6%
3	Pcarcaça - TR = 3,69 + 0,000583 CP*L1	95,6%
4	Pcarcaça - TR = 1,659 + 0,000760 CP*L1 - 0,000000 (CP*L1) <sup>2</sup>	96,1%

O modelo 1 inclui como variáveis explicativas Peso e CP e obteve um  $R^2$  de 97,4%. Os valores de VIFs elevados indicam multicolinearidade além de não apresentar homocedasticidade e normalidade dos resíduos. Os modelos 2, 3 e 4 consideram as variáveis CP e L1. Estes modelos apresentaram elevados valores de  $R^2$ . Os resíduos aparentemente são homocedásticos e apresentam normalidade, indicando o bom ajuste do modelo.

#### 5.4.5 Rendimentos corpóreos

Como visto na Seção 4.2, não foram encontradas relações entre os rendimentos corporais e as variáveis morfométricas. Não foi observado correlação também entre os rendimentos e diferentes combinações entre as variáveis morfométricas, como razão e multiplicação. Mesmo considerando-

se um modelo completo para todos os tipos de rendimentos, o  $R^2$  não alcançou nem 15% (a saída do MINITAB é mostrada no Apêndice B).

## 6. DISCUSSÃO

Considerando as variáveis morfométricas, as variáveis CP e L1 se mostraram as mais adequadas para construção dos modelos para os diferentes tipos de pesos. Costa (2011), avaliando pacus, e Botelho (2016), avaliando lambaris, também encontraram fortes correlações entre pesos corporais e as medidas de comprimento padrão e largura corporal.

O comprimento padrão foi também uma das variáveis mais correlacionadas aos pesos corporais em piracanjubas (Freato, 2005). Medidas morfométricas foram importantes para construção de modelos de regressão para diferentes pesos em tilápias do Nilo (Diodatti, 2006; Pires, 2011).

Por outro lado, a variável Peso foi a mais eficaz na construção dos modelos, pois, além do  $R^2$  obtido ser elevado, a simplicidade do modelo facilita sua interpretação, mesmo a normalidade não sendo observada nos resíduos para Peso de filé com pele. Avaliando os intervalos de confiança e predição para novas observações (Apêndice B), observamos uma margem de erro de cerca de 5 gramas. Considerando que os animais não são normalmente abatidos com pesos inferiores a 600 gramas, essa margem de erro não é significativa. Embora não faça sentido os valores significativos para  $\beta_0$  é importante salientar que eles estão dentro da margem de erro.

Em relação aos rendimentos corporais não foi possível a construção de nenhum modelo preditivo. Costa, avaliando pacus, e Botelho (2016), em estudo desenvolvido com lambaris, não conseguiram encontrar correlação entre as variáveis morfométricas e os rendimentos corporais. Freato (2005), em estudo com piracanjubas, não encontrou correlação entre o rendimento de carcaça e nenhuma das medidas morfométricas, sugerindo que o aumento do peso do animal leva a aumento da porcentagem de vísceras, reduzindo, assim, os rendimentos corpóreos.

Diodatti (2006) também não encontrou, em tilápias do nilo de duas linhagens, correlações entre rendimentos corporais e medidas morfométricas. Por outro lado, Melo *et al.*(2013) encontraram correlações moderadas a altas entre rendimento de carcaça e medidas morfométricas para tilápia do Nilo, para duas classes de peso.

Bosworth & Holland (2001), utilizando imagens de ultrassom para avaliar a forma do corpo de *catfishes*, conseguiram obter modelos de regressão para explicar rendimento de carcaça com  $R^2$  próximo a 50% para fêmeas. Estes mesmos autores verificaram que o sexo influenciou significativamente a construção dos modelos, sendo as correlações mais elevadas entre rendimento de carcaça e formato do corpo ocorreram nas fêmeas. No presente estudo, não existe a separação

entre machos e fêmeas, o que pode ter contribuído para a impossibilidade de construção de um modelo para os rendimentos corpóreos.

## **7 CONCLUSÃO**

A variável Peso foi a mais eficiente para construção dos modelos preditivos apresentando elevados valores de  $R^2$  e simplicidade na interpretação. Considerando as variáveis morfométricas, CP e L1 mostraram-se as mais adequadas para construção dos modelos para os diferentes tipos de pesos. Contudo, foi necessária a transformação da variável resposta e a adição de um termo de segundo grau para melhor ajuste dos modelos. Em relação aos rendimentos corporais, não foi possível ajustar um modelo, uma vez que não houve correlação entre estas variáveis e as variáveis morfométricas. Estes mesmos resultados foram observados em outros estudos com outras espécies.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, J.M. & Soares, E.C. 2009. Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 4(1): 155-172.
- Bosworth, B.G.; Libey, G.S. E Notter, D.R. 1998. Relationships amongs body wheigt, body shape, visceral components and fillet traits in palmetto bass (stripped bass female *Morone axatilis*\_White bass male *M. chrysops*) and paradise bass (stripped bass female *M. axatilis*\_yellow bass male *M. mississippiensis*). **Journal Eord Aquaculture Society**, Baton Rouge, 29 (1), p.40-50.
- Bosworth, B.G. E Holland, M. Brazil, B.L., 2001. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farmedraised catfish. **J. Animal Science**. 79, 1483 – 1490.
- Botelho, H.A. 2016. Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de *Astyanax lacustris* (Lütken, 1875) E *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes, Characidae) Lavras, UFLA, 75 p. : il.
- Costa, A.C. 2011. Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacus *Piaractus mesopotâmicos* e tambaqui *Colossoma macropomum*. Lavras, UFLA, 64.: il.
- De Oliveira Felizardo V, Vieira Melo CC, Dessimoni Dias MA, Pimentel RM, De Freitas RTF, Solis Murgas LD. 2015. Using Morphometric Variables in Evaluations of Body of Fish Yields. **Journal Veterinary Medicine Research**, 2(4): 1032.
- Diodatti, F.C. 2006. Medidas morfométricas no peso e rendimento de componentes corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Lavras, UFLA, 54 p. : il.
- Freato, T.A. 2005. Morfometria, rendimento no processamento e inter-relações na avaliação de carcaça de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849), Lavras : UFLA, 90 p. : il.
- ICMBio. 2015. **Peixes – *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 – *L. alexandri***. <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies/6358-especie-6358.html>> Acessado dia 16/01/2015.
- Lopes, J.P.; Fabiana Luiza de França, F.L. E Neto, M.A.S. 2016. O domínio na produção de alevinos de pacamã – Propagação na Chesf permite repovoamento no rio São Francisco. <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=1500>> Acessado dia 09/07/2016.
- Luz, R.K. E Santos, J.C.E. 2008. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 43 (7), p.903-909.

- Luz, R.K.; Santos, J.C.E.; Pedreira, M.M. E Teixeira, E.A. 2011. Effect of water flow rate and feed training on “pacamã” (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 63 (4), p.973-979.
- Maciel, L.G.; Santos, J.S. E Araújo, J.A. 2014. Relação das características morfométricas externas do mandi (*Pimelodus blochii*) em relação ao seu potencial de produção de filé. **Revista Agropecuária Técnica**. Volume 35 (1): 113-120.
- Melo, K.D.M.; Oliveira, G.R.; Brito, T.S.; Soares, D.R.P.; Tessitore, A.J.A.; Alvarenga, E.R.; Turra, E.M.; Silva, F.C.O. E Teixeira, E.A. 2016. Digestibilidade de ingredientes em dietas para juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51 (6), p.785-788.
- Melo, R.M.C.; Arantes, F.P.; Sato, Y.; Santos, J.E.; Rizzo, E. & Bazzoli, N. 2011. Comparative morphology of the gonadal structure related to reproductive strategies in six species of Neotropical catfishes (Teleostei: Siluriformes). **Journal of Morphology**, 272(5): 525-535.
- Melo, C.C.V.; Neto, R.V.R.; Costa, A.C; Freitas, R.T.F.; Freato, T.A. E Souza, U.N. 2013. Direct and indirect effects of measures and reasons morphometric on the body yield of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, 35, (4), p. 357-363.
- Meurer, F.; Oliveira, S.T.L.; Santos, L.D.; Oliveira, J.S. E Colpini, L.M.S. 2010. Níveis de oferta de pós-larvas de tilápia do Nilo para alevinos de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 5 (1), p.111-116.
- MMA. 2014. Portaria do Ministério do Meio Ambiente n.º 445, de 17 dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos. **Diário Oficial da União**, Seção 1, número 245, Pp. 126-130.
- Montgomery, D. C. E Runger, G.C. 2009. **Estatística aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4ª edição. Rio de Janeiro: LTC.
- Pires, A.V.; Pedreira, M.M.; Pereira, I.G.; Fonseca Júnior, A.; Araújo, C.V. E Silva, L.H.S. 2011. Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia-do-Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 33 (3), p. 315-319.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris Jr., C.J. 2003. **Checklist of the freshwater fishes of South and Central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre. 742 p.
- Rizzo, E.; Sato, Y.; Barreto, B.P. & Godinho, H.P. 2002. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. **Journal of Fish Biology**, 61(3): 615-632.

- Sato, Y.; Fenerich-Verani, N.; Nuñez, A.P.O.; Godinho, H.P. & Verani, J.R. 2003. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. Pp. 229-274. In: Godinho, H.P. & Godinho, A.L. (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. PUC Minas, Belo Horizonte, 468 p.
- Souza, M.G.; Costa, M.M.; Seabra, A.G.L.; Balen, R.E. E Meurer, F. 2014. Alimento vivo e inerte para alevinos de pacamã. **Revista Agrarian**. 7 (24), p.360-364.
- Souza, M.L.R.; Lima, S.; Furuya, W.M.; Pinto, A.A.; Loures, B.T.R.R. E Povh, J.A. 1999. Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum** 21(3):637-644.
- Tenório, R.A.; Santos, A.J.G.; Lopes, J.P. E Nogueira, E.M.S. 2006. Crescimento do niquim (*Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876), em diferentes condições de luminosidade e tipos de alimento. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. 28 (4), p. 305-309.

## APÊNDICE A: Histogramas das Variáveis Morfológicas (Explicativas)

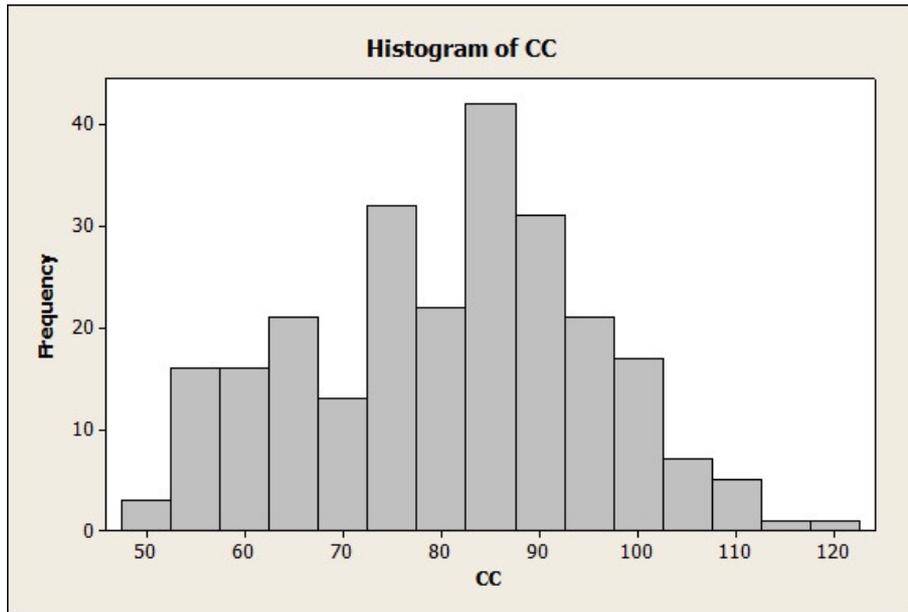


Figura A-1. Histograma para *Comprimento de Cabeça (CC)*.

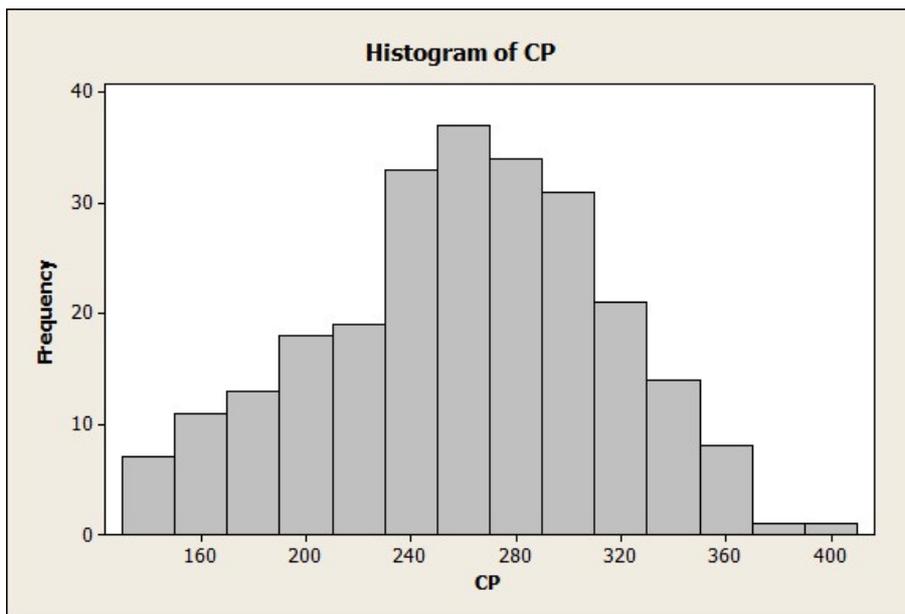


Figura A-2. Histograma para *Comprimento Padrão (CP)*.

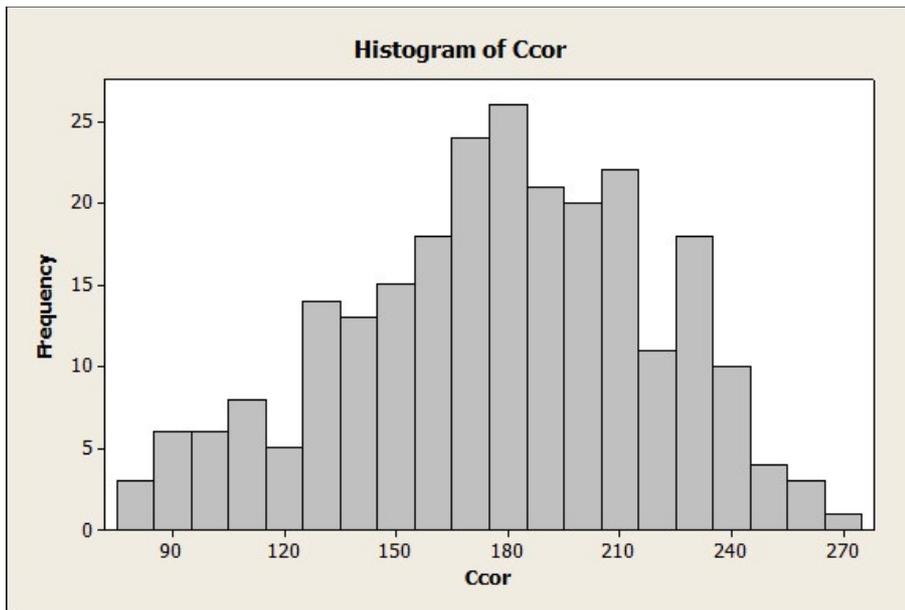


Figura A-3. Histograma para *Comprimento correto(CC)*.

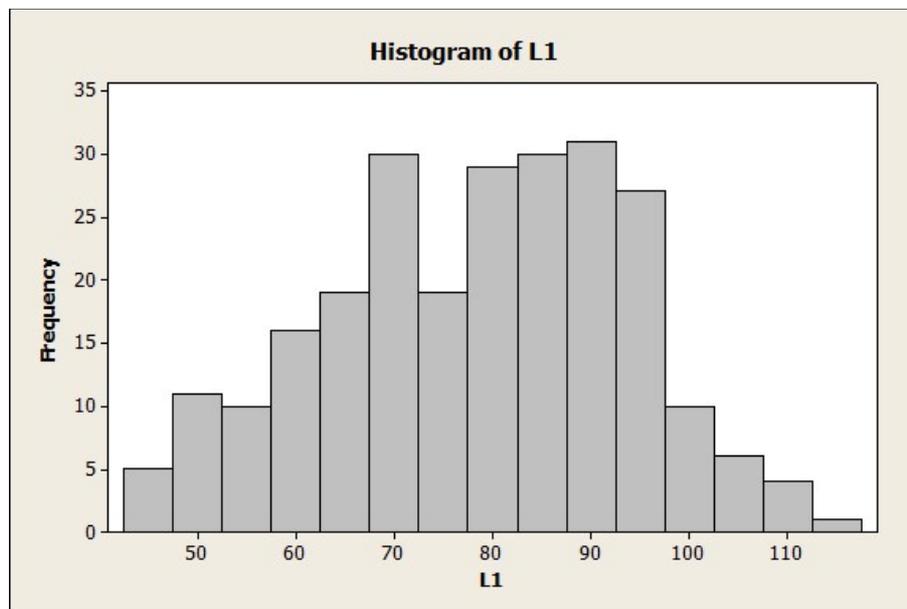


Figura A-4. Histograma para *Largura 1 (L1)*.

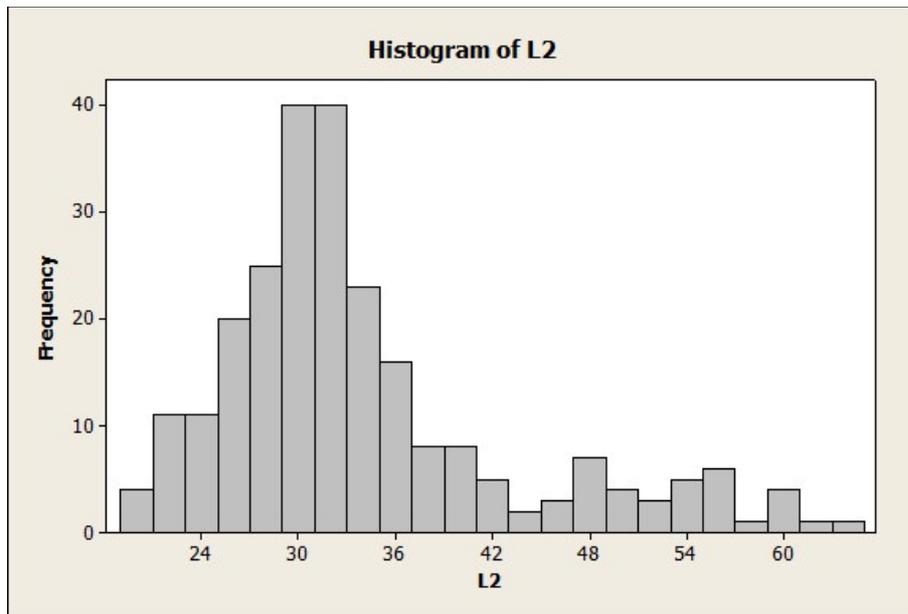


Figura A-5. Histograma para *Largura 2 (L2)*.

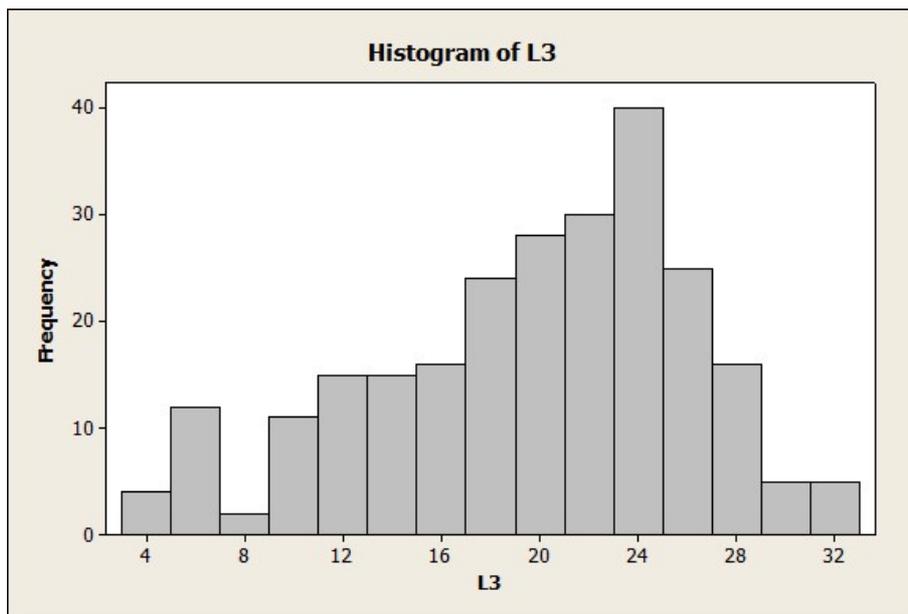


Figura A-6. Histograma para *Largura 3 (L3)*.

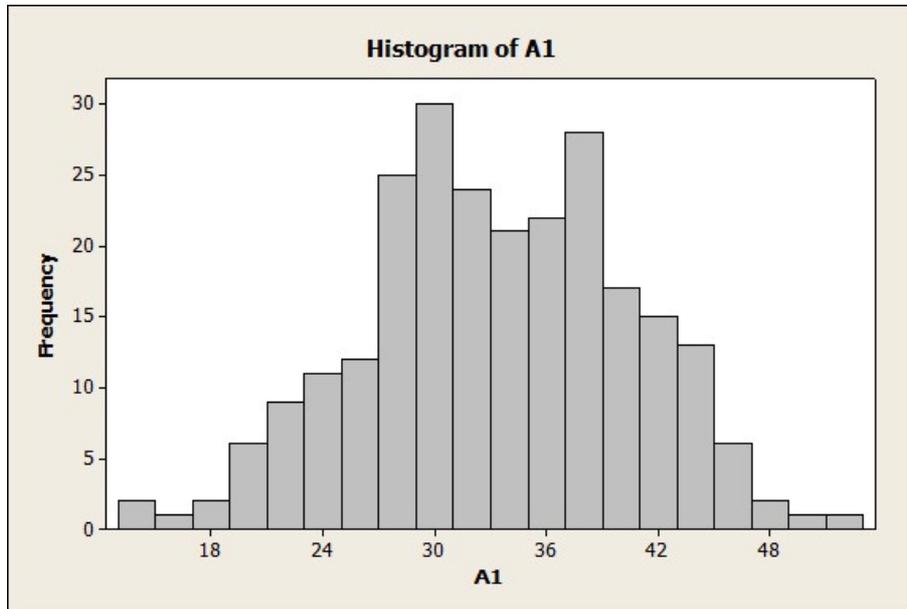


Figura A-7. Histograma para *Altura 1 (A1)*.

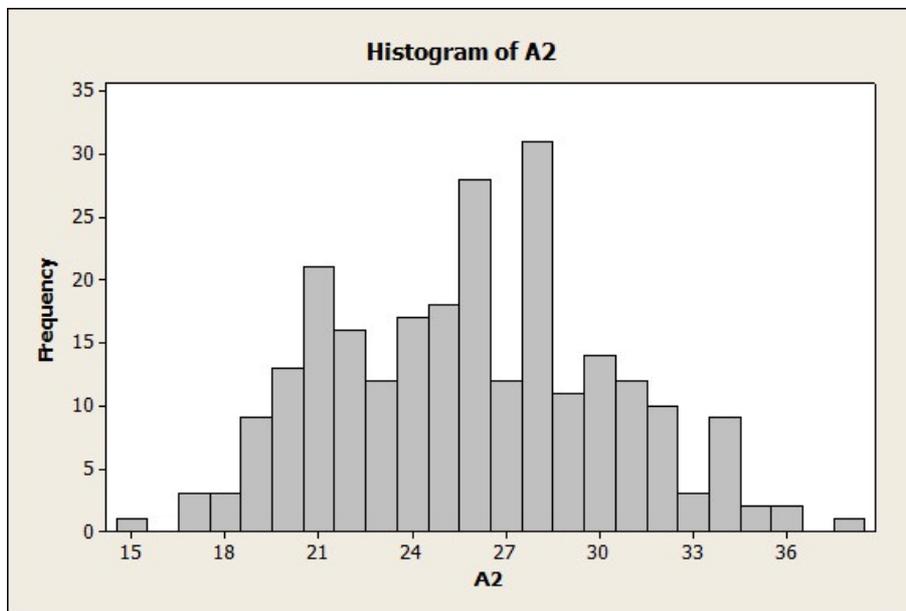


Figura A-8. Histograma para *Altura 2 (A2)*.

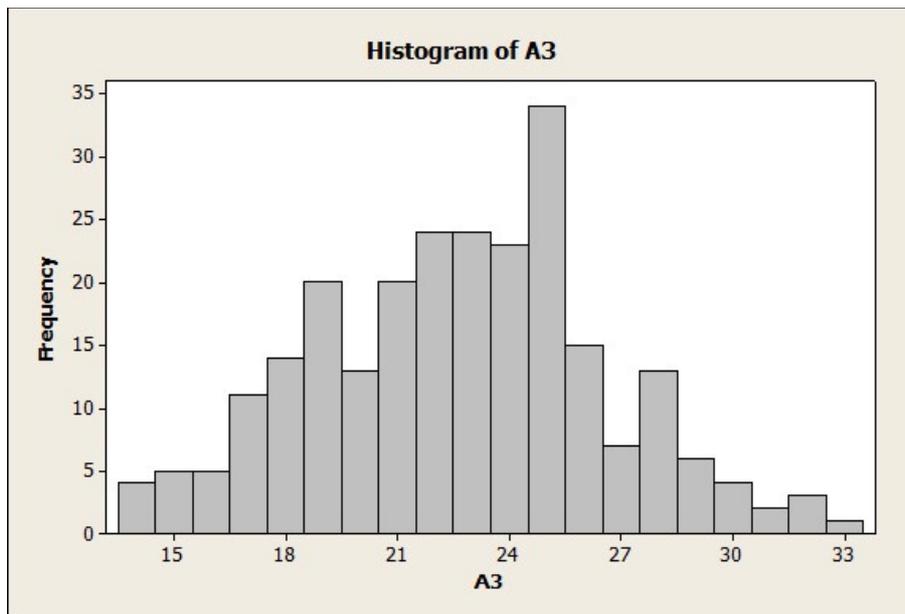


Figura A-9. Histograma para *Altura 3 (A3)*.

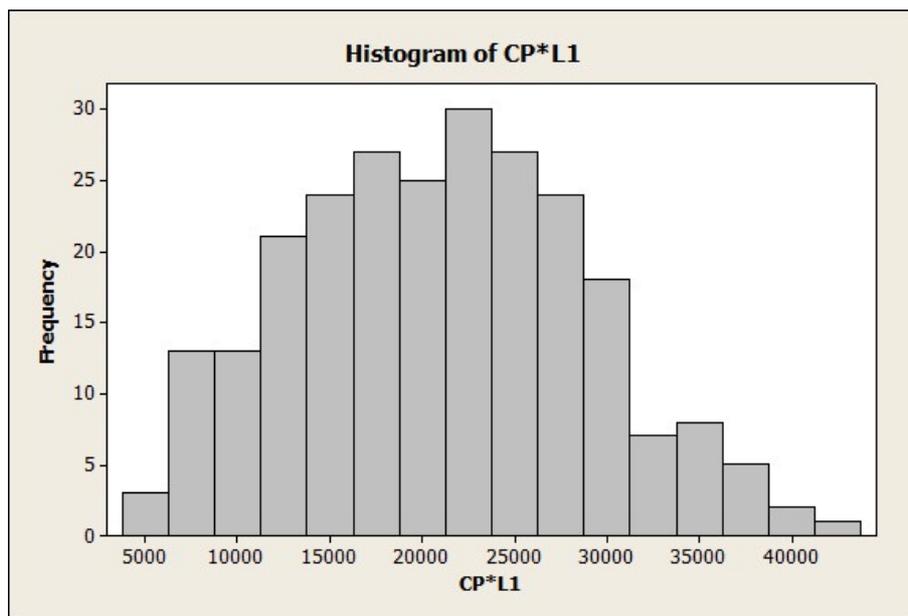


Figura A-10. Histograma para *CP\*L1*.

**APENDICE B - Resultados dos modelos ajustados (saída do MINITAB).**

The regression equation is  
 Filé x2 = - 3,93 + 0,498 Peso (g)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-3,933	1,531	-2,57	0,011
Peso (g)	0,498262	0,003025	164,70	0,000

S = 11,6641 R-Sq = 99,1% R-Sq(adj) = 99,1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	3690697	3690697	27127,05	0,000
Residual Error	243	33061	136		
Lack of Fit	219	30407	139	1,26	0,260
Pure Error	24	2653	111		
Total	244	3723757			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Peso (g)	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	50	20,980	1,401	( 18,221; 23,740)	( -2,160; 44,121)
2	100	45,894	1,275	( 43,381; 48,406)	( 22,781; 69,006)
3	250	120,633	0,945	(118,771; 122,494)	( 97,582; 143,684)
4	500	245,199	0,765	(243,691; 246,706)	(222,173; 268,224)
5	750	369,764	1,193	(367,415; 372,114)	(346,669; 392,860)
6	1000	494,330	1,845	(490,696; 497,964)	(471,068; 517,591)X

X denotes a point that is an outlier in the predictors.

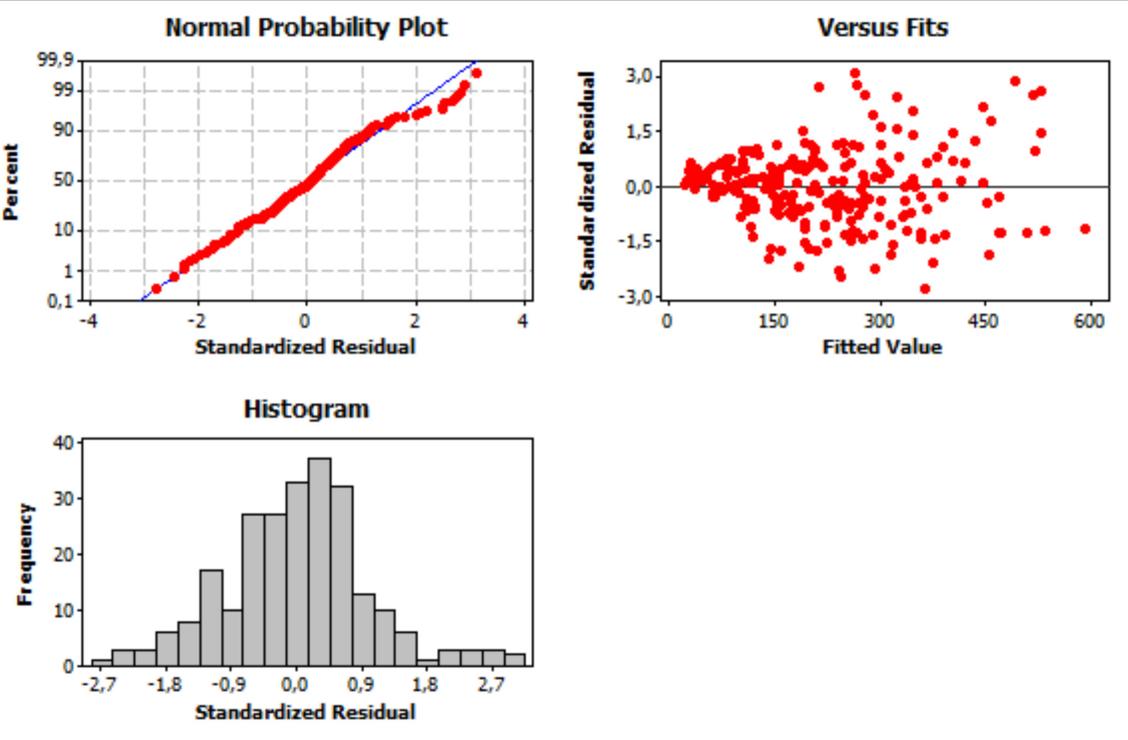


Figura B-1. Resultados de ajuste e análise de resíduos do modelo para Peso de filé com pele. Valor-p<0,005 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
 Filé s/p x2 = - 1,75 + 0,394 Peso (g)

232 cases used, 10 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-1,750	1,876	-0,93	0,352
Peso (g)	0,394314	0,003657	107,82	0,000

S = 13,3424 R-Sq = 98,1% R-Sq(adj) = 98,1%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2069367	2069367	11624,38	0,000
Residual Error	230	40944	178		
Lack of Fit	209	38676	185	1,71	0,073
Pure Error	21	2268	108		
Total	231	2110312			

#### Predicted Values for New Observations

New Obs	Peso (g)	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	50	17,966	1,716	( 14,584; 21,348)	( -8,540; 44,471)
2	100	37,681	1,562	( 34,604; 40,759)	( 11,213; 64,150)
3	250	96,829	1,150	( 94,563; 99,094)	( 70,442; 123,215)
4	500	195,407	0,892	(193,649; 197,165)	(169,060; 221,755)
5	750	293,986	1,394	(291,240; 296,732)	(267,554; 320,418)
6	1000	392,564	2,182	(388,265; 396,864)	(365,926; 419,203)X

X denotes a point that is an outlier in the predictors.

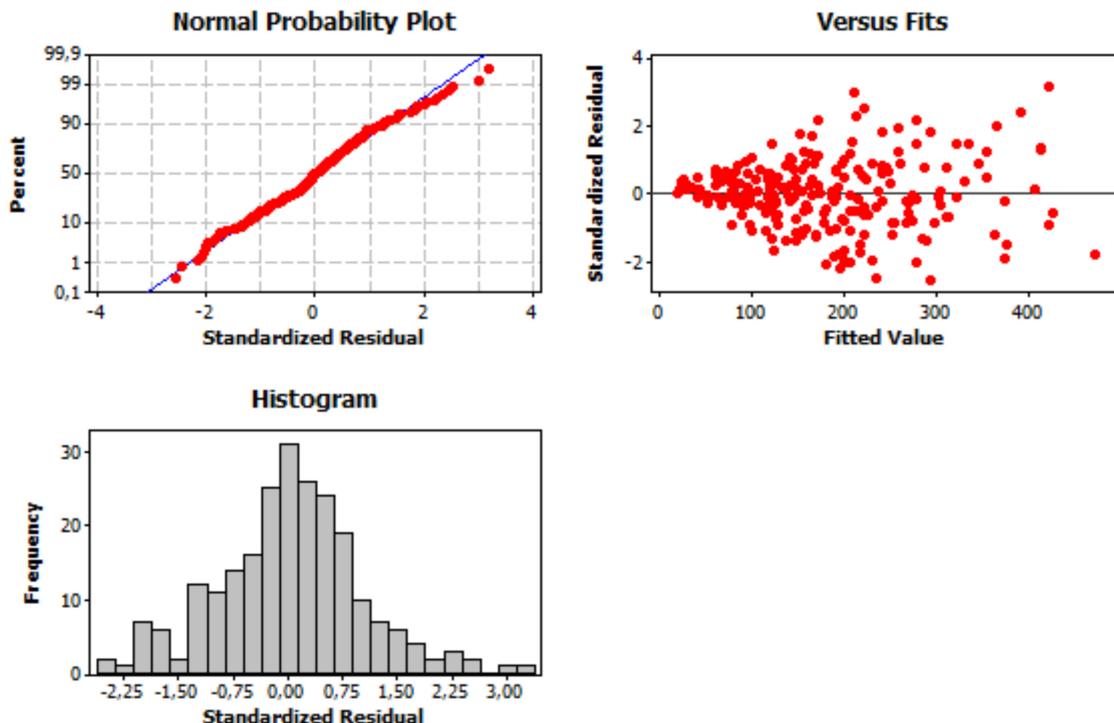


Figura B-2. Resultados de ajuste e análise de resíduos do modelo para Peso de filé sem pele. Valor-p=0,067 no teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

The regression equation is  
 $Pcarça = - 8,68 + 0,632 \text{ Peso (g)}$

196 cases used, 46 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-8,680	2,253	-3,85	0,000
Peso (g)	0,632462	0,004070	155,38	0,000

S = 12,5900 R-Sq = 99,2% R-Sq(adj) = 99,2%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	3826878	3826878	24142,92	0,000
Residual Error	194	30751	159		
Lack of Fit	172	27313	159	1,02	0,513
Pure Error	22	3438	156		
Total	195	3857629			

#### Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	22,943	2,068	( 18,865; 27,021)	( -2,221; 48,106)
2	54,566	1,887	( 50,845; 58,287)	( 29,458; 79,674)
3	149,435	1,381	(146,712; 152,159)	(124,455; 174,415)
4	307,551	0,900	(305,776; 309,325)	(282,656; 332,445)
5	465,666	1,335	(463,032; 468,300)	(440,696; 490,637)
6	623,782	2,197	(619,448; 628,116)	(598,576; 648,988)

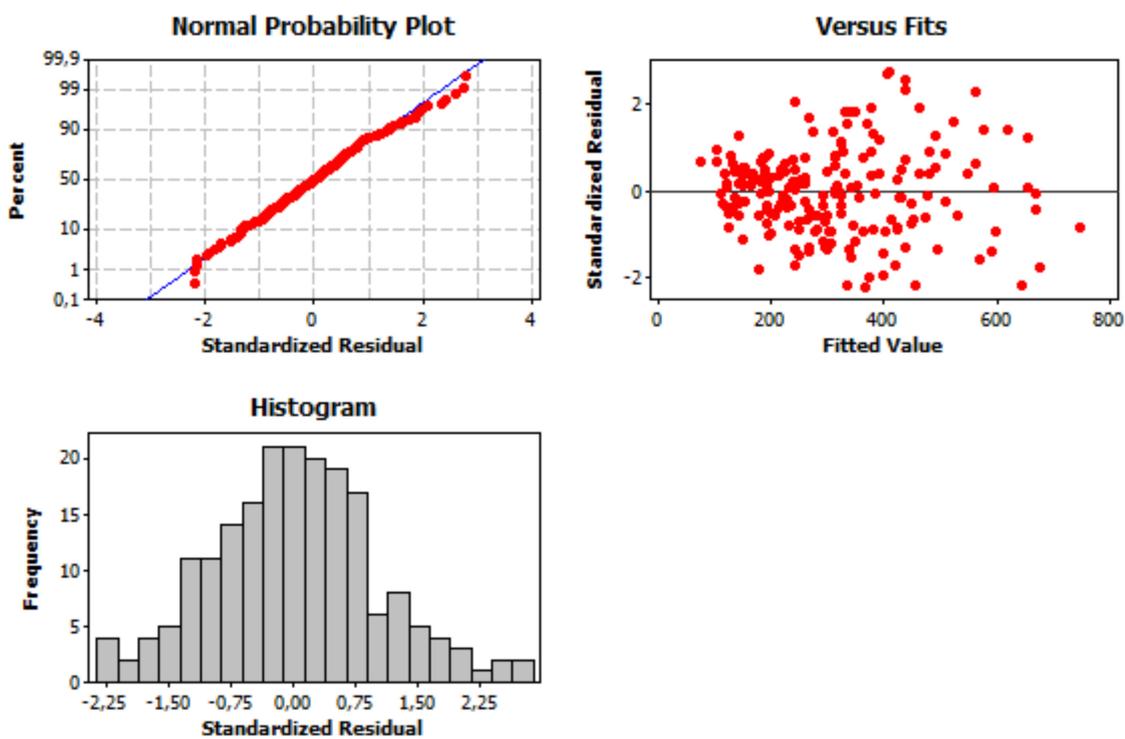


Figura B-3. Resultados de ajuste e análise de resíduos do modelo para Peso de carcaça. Valor  $p=0,504$  no teste de normalidade de Anderson-Darling.

Response is PFilé - T on 8 predictors, with N = 248

Step	1	2	3	4	5	6
Constant	-5,8156	0,9174	-1,7861	-2,1872	-2,7477	-2,5621
CP	0,0773	0,0339	0,0282	0,0277	0,0294	0,0311
T-Value	68,20	14,58	15,07	15,29	15,57	15,49
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Peso (g)		0,00999	0,00721	0,00688	0,00640	0,00642
T-Value		19,56	15,86	15,39	13,54	13,71
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L1			0,0690	0,0655	0,0562	0,0656
T-Value			12,61	12,25	8,98	8,92
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
A1				0,0286	0,0218	0,0157
T-Value				4,25	3,08	2,11
P-Value				0,000	0,002	0,036
A3					0,057	0,063
T-Value					2,78	3,07
P-Value					0,006	0,002
CC						-0,0163
T-Value						-2,37
P-Value						0,018
S	0,966	0,605	0,471	0,456	0,450	0,445
R-Sq	94,98	98,04	98,81	98,89	98,93	98,95
R-Sq(adj)	94,96	98,02	98,80	98,88	98,91	98,93

Figura B-4. Análise de modelo de regressão para Peso de filé com pele utilizando metodologia Stepwise. (Layout da saída do Minitab).

The regression equation is  
 $PFil\acute{e} - T = 0,917 + 0,00999 \text{ Peso (g)} + 0,0339 \text{ CP}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	0,9174	0,3918	2,34	0,020	
Peso (g)	0,0099880	0,0005107	19,56	0,000	10,8
CP	0,033934	0,002327	14,58	0,000	10,8

S = 0,604735 R-Sq = 98,0% R-Sq(adj) = 98,0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4478,5	2239,3	6123,13	0,000
Residual Error	245	89,6	0,4		
Total	247	4568,1			

Source	DF	Seq SS
Peso (g)	1	4400,8
CP	1	77,7

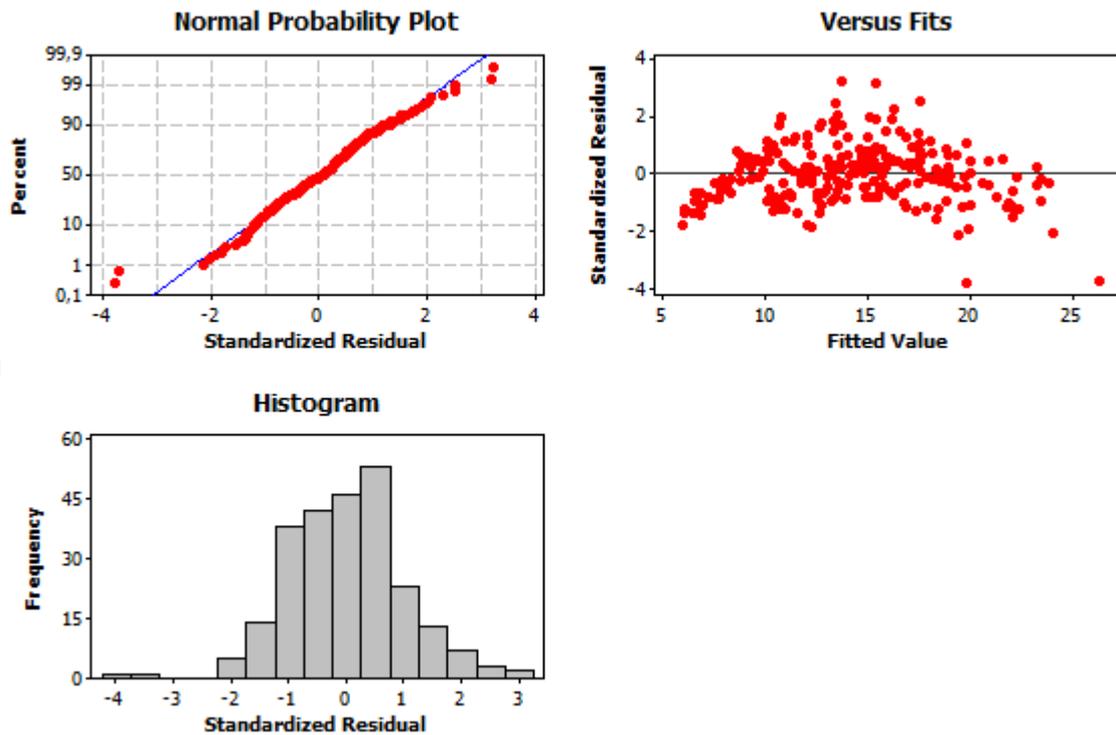


Figura B-5. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 1 para Raiz Quadrada de Peso de filé com pele. Valor-p=0,066 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

### Regression Analysis: PFile - T versus CP

The regression equation is  
 $P\text{File} - T = -5,82 + 0,0773 CP$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-5,8156	0,2986	-19,47	0,000
CP	0,077282	0,001133	68,20	0,000

S = 0,965807 R-Sq = 95,0% R-Sq(adj) = 95,0%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	4338,6	4338,6	4651,28	0,000
Residual Error	246	229,5	0,9		
Total	247	4568,1			

### Residual Plots for PFile - T

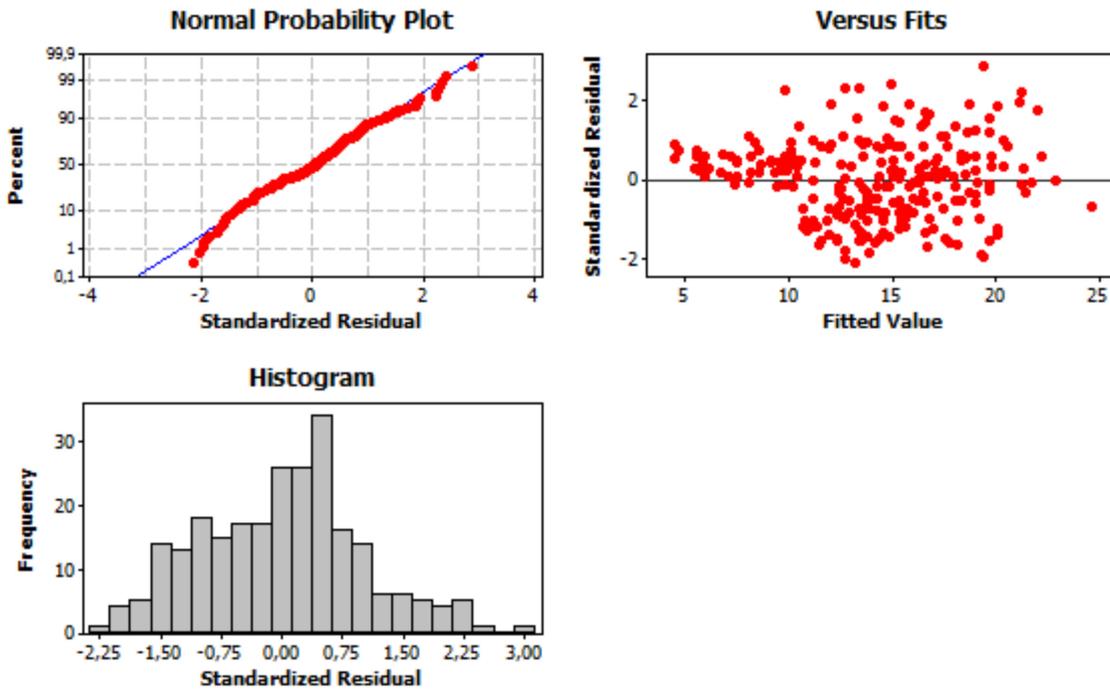


Figura B-6. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 2 para Raiz Quadrada de Peso de filé com pele. Valor-p=0,075 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
 $P_{\text{Filé}} - T = 2,78 + 0,000539 \text{ CP} * L1$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2,7772	0,1217	22,81	0,000
CP*L1	0,00053947	0,00000542	99,45	0,000

S = 0,671323 R-Sq = 97,6% R-Sq(adj) = 97,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	4457,2	4457,2	9890,15	0,000
Residual Error	246	110,9	0,5		
Total	247	4568,1			

### Residual Plots for P<sub>Filé</sub> - T

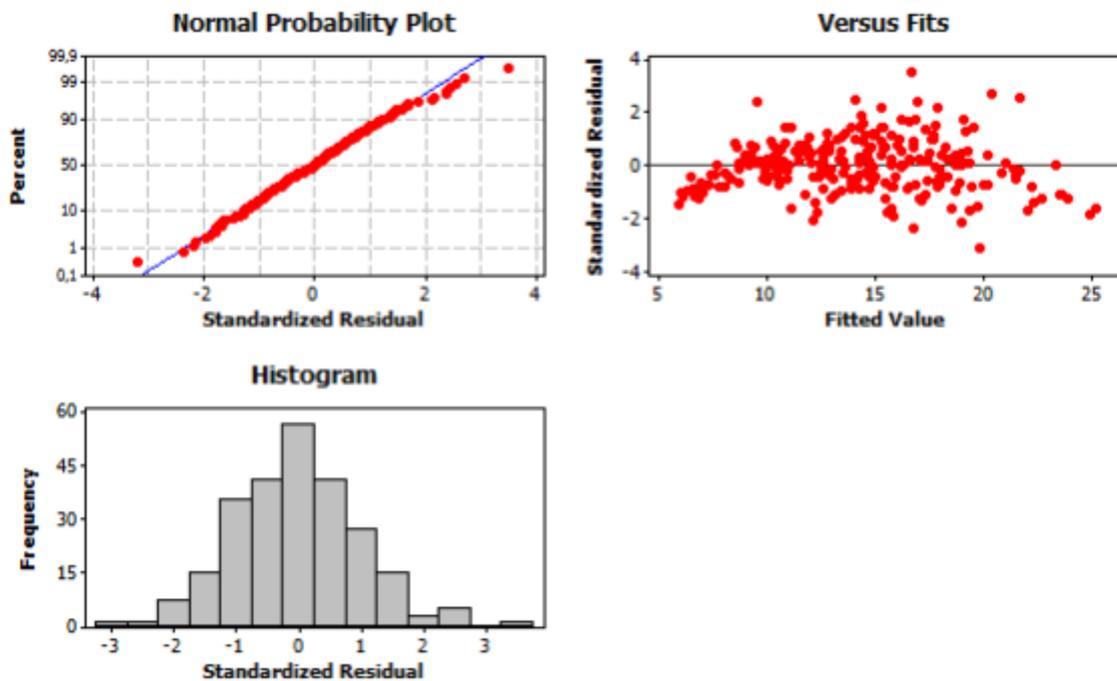


Figura B-7. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 3 para Raiz Quadrada de Peso de filé com pele. Valor-p=0,576 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
 PFilé - T = 1,495 + 0,000676 CP\*L1 - 0,000000 CP\*L1\*\*2

S = 0,630069 R-Sq = 97,9% R-Sq(adj) = 97,9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4470,84	2235,42	5630,96	0,000
Error	245	97,26	0,40		
Total	247	4568,10			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	4457,24	9890,15	0,000
Quadratic	1	13,60	34,27	0,000

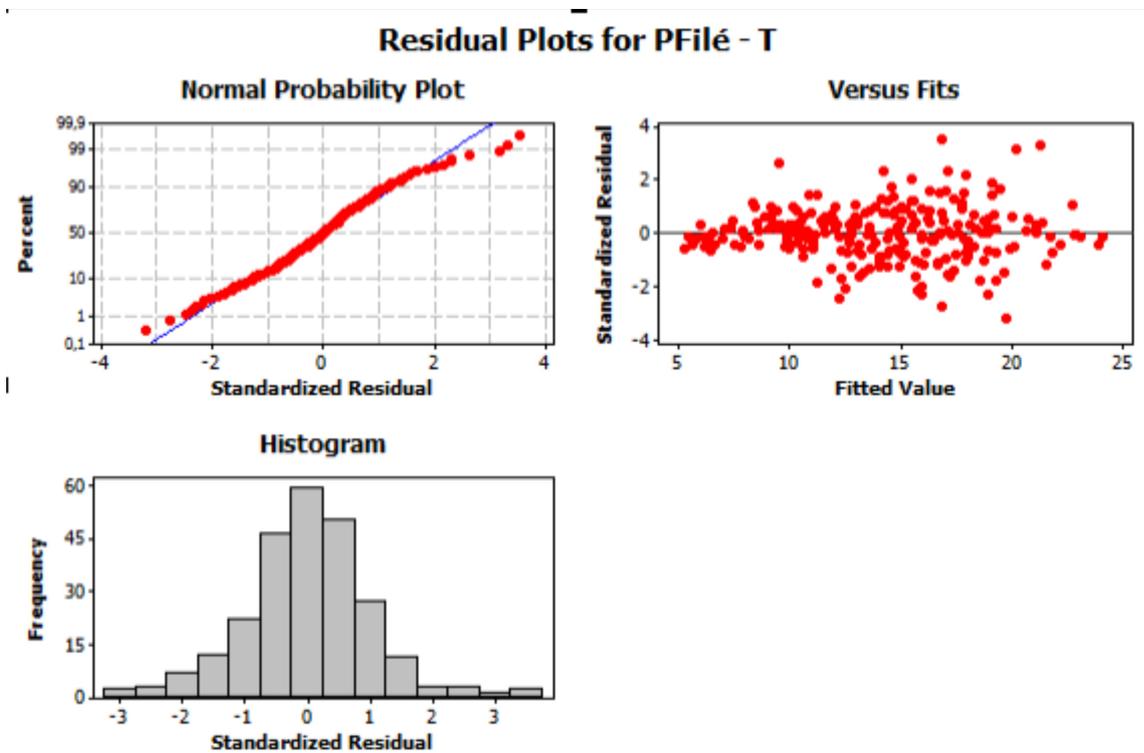


Figura B-8. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 4 para Raiz Quadrada de Peso de filé com pele. Valor-p=0,087 no teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

**Stepwise Regression: File s/px2 -TR versus CC; CP; ...**

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is File s/px2 -TR on 10 predictors, with N = 238  
N(cases with missing observations) = 10 N(all cases) = 248

Step	1	2	3	4
Constant	6,150	1,828	-1,207	-1,429
Peso (g)	0,01465	0,01017	0,00620	0,00605
T-Value	69,12	22,13	11,48	11,28
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000
L1		0,0801	0,0849	0,0819
T-Value		10,53	13,43	12,93
P-Value		0,000	0,000	0,000
Ccor			0,0248	0,0238
T-Value			10,39	9,93
P-Value			0,000	0,000
A1				0,0215
T-Value				2,68
P-Value				0,008
S	0,787	0,650	0,539	0,532
R-Sq	95,29	96,80	97,81	97,88
R-Sq(adj)	95,27	96,78	97,78	97,84

Figura B-9. Análise de modelo de regressão para Peso de filé sem pele utilizando metodologia Stepwise. (Layout da saída do Minitab)

The regression equation is  
 File s/px2 -TR = 1,83 + 0,0102 Peso (g) + 0,0801 L1

238 cases used, 10 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	1,8285	0,4203	4,35	0,000	
Peso (g)	0,0101736	0,0004598	22,13	0,000	6,9
L1	0,080095	0,007604	10,53	0,000	6,9

S = 0,650184 R-Sq = 96,8% R-Sq(adj) = 96,8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	3007,6	1503,8	3557,22	0,000
Residual Error	235	99,3	0,4		
Total	237	3106,9			

Source	DF	Seq SS
Peso (g)	1	2960,7
L1	1	46,9

### Residual Plots for Filé s/p 2x -TR

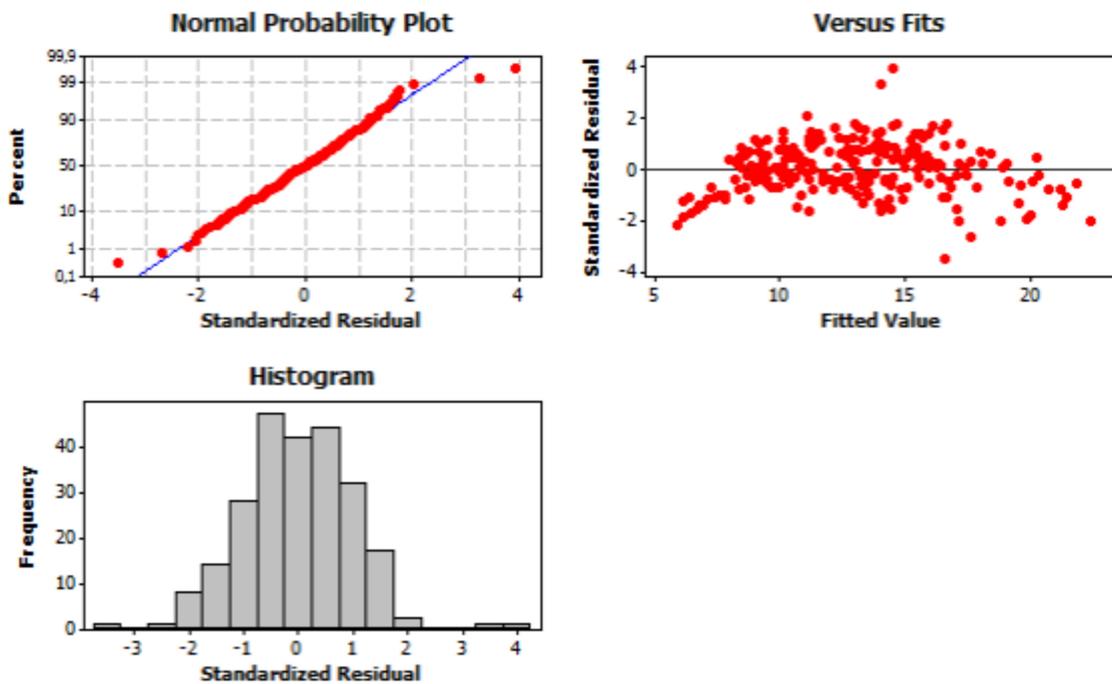


Figura B-10. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 1 para Raiz Quadrada de Peso de filé sem pele. Valor-p=0,572 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
 File s/px2 -TR = - 6,34 + 0,0408 CP + 0,107 L1

238 cases used, 10 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-6,3423	0,2471	-25,66	0,000	
CP	0,040757	0,001982	20,56	0,000	5,2
L1	0,107287	0,006944	15,45	0,000	5,2

S = 0,682403 R-Sq = 96,5% R-Sq(adj) = 96,4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	2997,5	1498,7	3218,42	0,000
Residual Error	235	109,4	0,5		
Total	237	3106,9			

Source	DF	Seq SS
CP	1	2886,3
L1	1	111,1

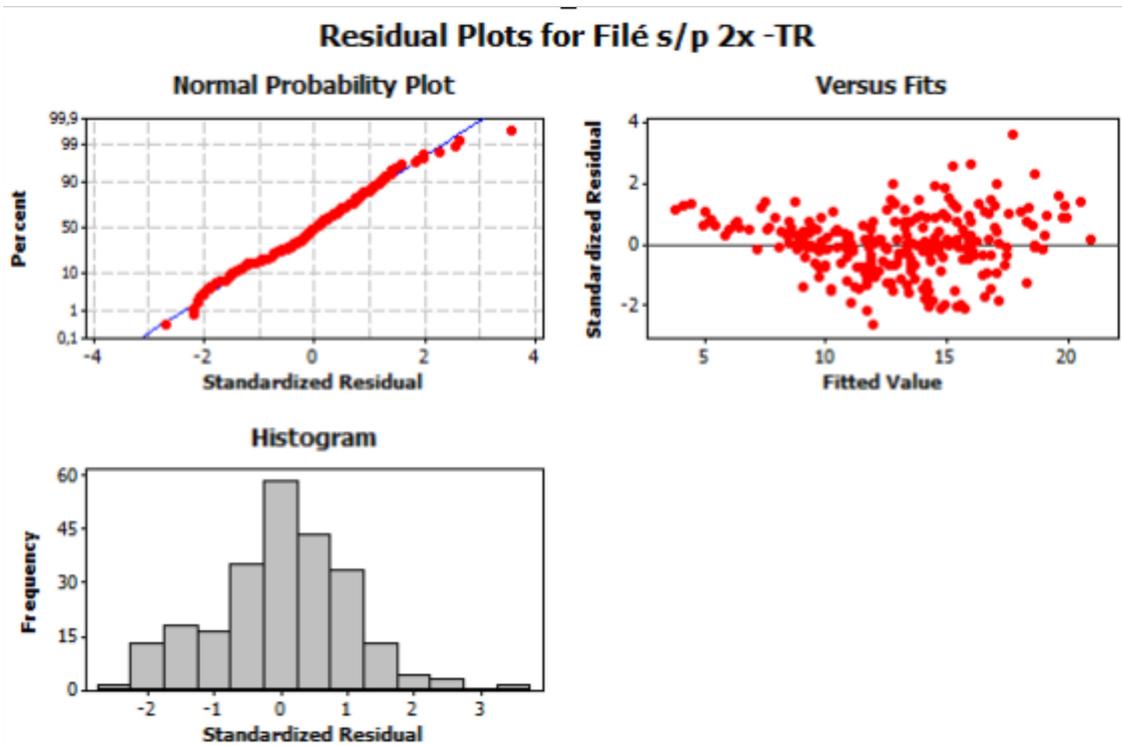


Figura B-11 Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 2 para Raiz Quadrada de Peso de filé sem pele. Valor-p=0,029 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
File s/px2 -TR = 2,76 + 0,000470 CP\*L1

238 cases used, 10 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2,7629	0,1303	21,20	0,000
CP*L1	0,00046985	0,00000571	82,35	0,000

S = 0,665378 R-Sq = 96,6% R-Sq(adj) = 96,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	3002,4	3002,4	6781,62	0,000
Residual Error	236	104,5	0,4		
Total	237	3106,9			

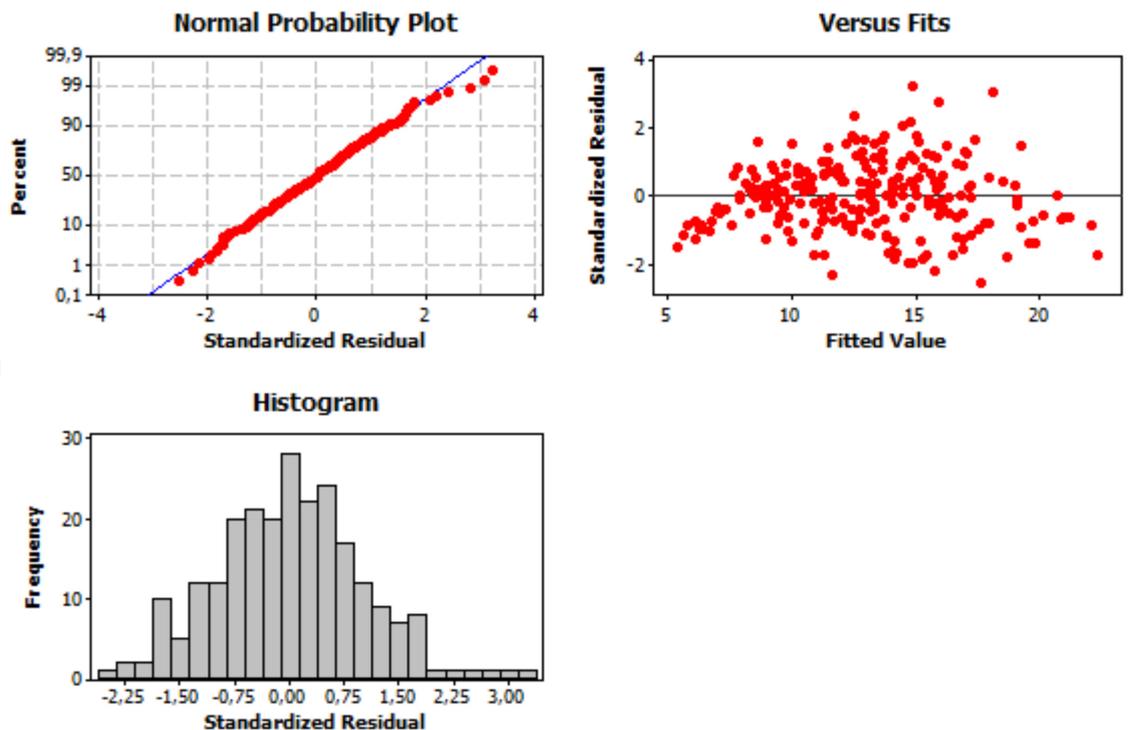


Figura B-12. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 3 para Raiz Quadrada de Peso de filé sem pele. Valor-p=0,913 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
Filé s/p 2x -TR = 1,702 + 0,000577 CP\*L1 - 0,000000 CP\*L1\*\*2

S = 0,644283 R-Sq = 96,9% R-Sq(adj) = 96,8%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	3009,35	1504,67	3624,85	0,000
Error	235	97,55	0,42		
Total	237	3106,90			

#### Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	3002,41	6781,62	0,000
Quadratic	1	6,94	16,71	0,000

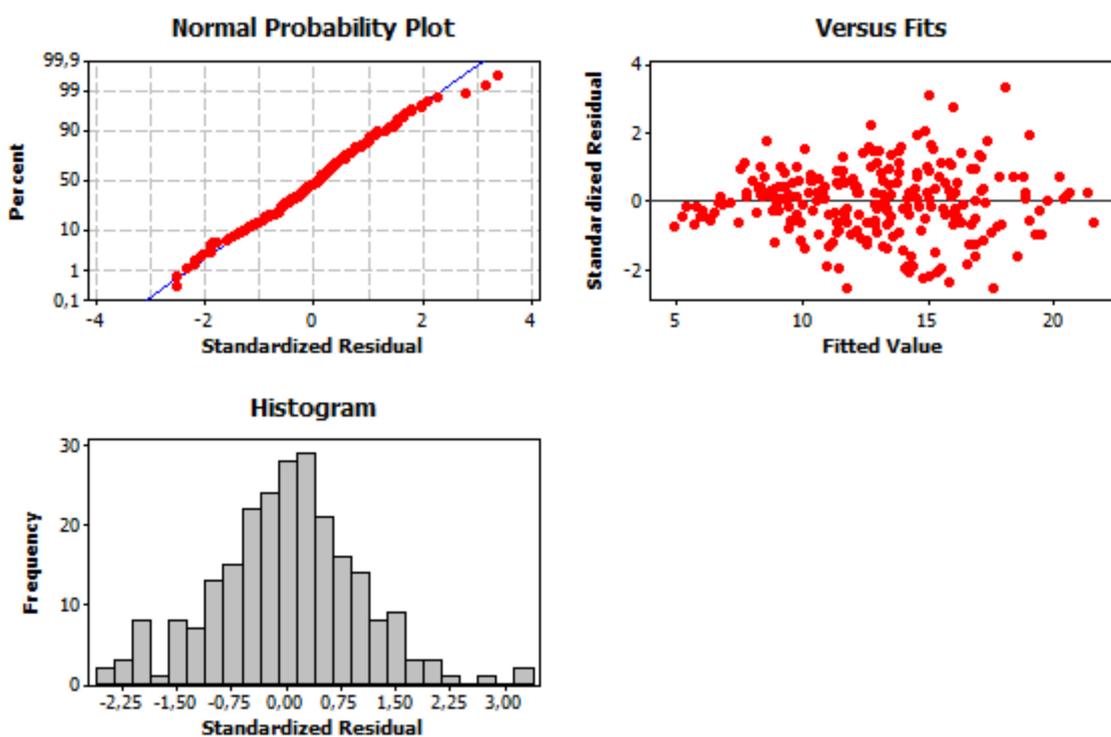


Figura B-13. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 4 para Raiz Quadrada de Peso de filé sem pele. Valor-p=0,138 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

Step	1	2	3	4	5	6
Constant	8,40676	3,89726	-0,06910	-1,41384	-1,26298	-1,15996
Peso (g)	0,01738	0,01321	0,00952	0,00835	0,00843	0,00836
T-Value	79,28	19,25	12,88	11,04	11,47	11,44
P-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CP		0,0240	0,0291	0,0304	0,0277	0,0293
T-Value		6,35	8,76	9,52	8,67	8,88
P-Value		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A3			0,190	0,128	0,106	0,116
T-Value			8,34	4,94	4,07	4,39
P-Value			0,000	0,000	0,000	0,000
L1				0,0366	0,0368	0,0450
T-Value				4,39	4,54	4,86
P-Value				0,000	0,000	0,000
A1					0,0310	0,0260
T-Value					3,57	2,86
P-Value					0,000	0,005
CC						-0,0148
T-Value						-1,79
P-Value						0,074
S	0,689	0,630	0,543	0,520	0,505	0,502
R-Sq	96,92	97,44	98,10	98,27	98,38	98,40
R-Sq (adj)	96,90	97,41	98,07	98,24	98,34	98,35

Figura B-14. Análise de modelo de regressão para Peso de carcaça utilizando metodologia Stepwise. (Layout da saída do Minitab).

The regression equation is  
 Pcarça - TR = 3,90 + 0,0132 Peso (g) + 0,0240 CP

202 cases used, 46 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	3,8973	0,7192	5,42	0,000	
Peso (g)	0,0132120	0,0006864	19,25	0,000	11,7
CP	0,024046	0,003788	6,35	0,000	11,7

S = 0,629654 R-Sq = 97,4% R-Sq(adj) = 97,4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	2997,5	1498,8	3780,35	0,000
Residual Error	199	78,9	0,4		
Total	201	3076,4			

Source	DF	Seq SS
Peso (g)	1	2981,6
CP	1	16,0

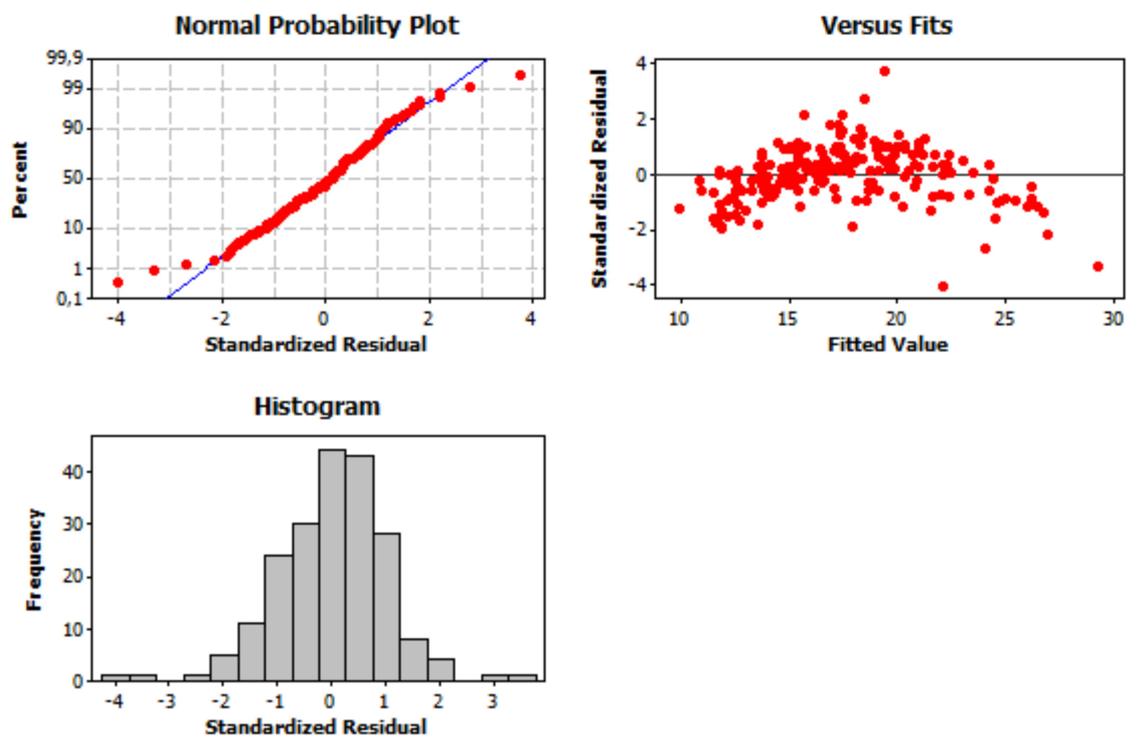


Figura B-15. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 1 para Raiz Quadrada de Peso de carça. Valor-p=0,039no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
 $P_{\text{carça}} - \text{TR} = -9,83 + 0,0635 \text{ CP} + 0,116 \text{ L1}$

202 cases used, 46 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-9,8303	0,3654	-26,90	0,000	
CP	0,063460	0,002375	26,72	0,000	3,5
L1	0,115583	0,007637	15,13	0,000	3,5

S = 0,726227 R-Sq = 96,6% R-Sq(adj) = 96,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	2971,5	1485,7	2817,07	0,000
Residual Error	199	105,0	0,5		
Total	201	3076,4			

Source	DF	Seq SS
CP	1	2850,7
L1	1	120,8

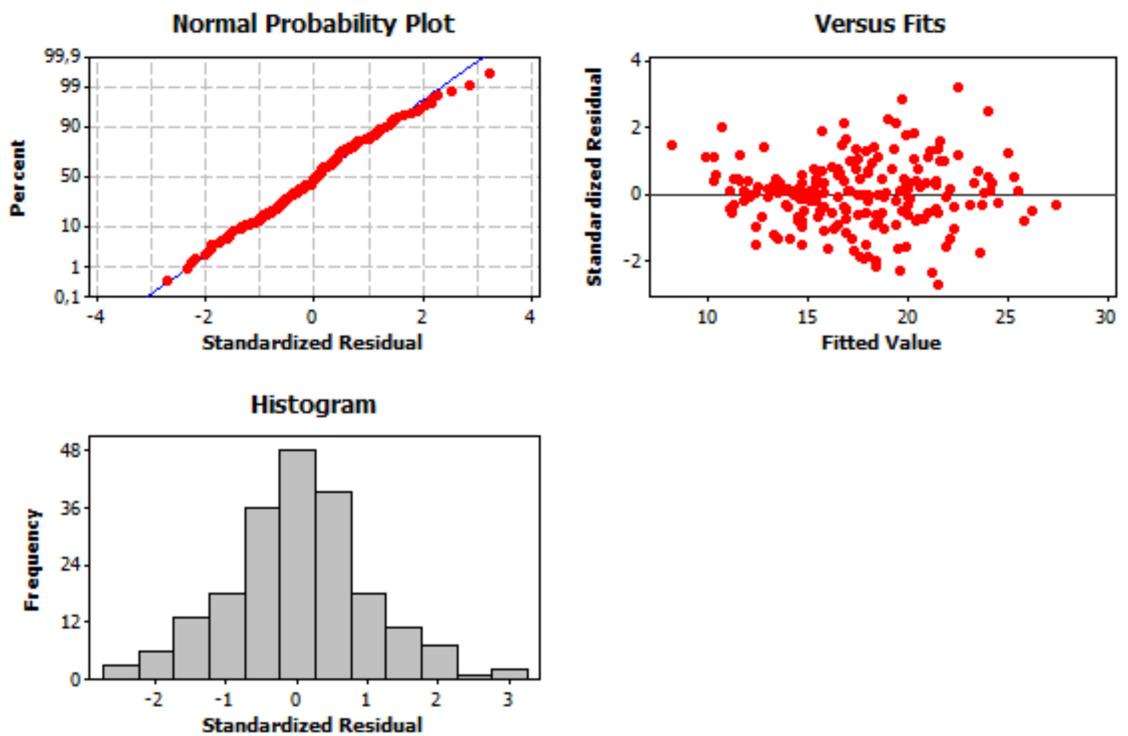


Figura B-16. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 2 para Raiz Quadrada de Peso de carça. Valor-p=0,132 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
 $\text{Pcarcaça - TR} = 3,69 + 0,000583 \text{ CP*L1}$

202 cases used, 46 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3,6887	0,2070	17,82	0,000
CP*L1	0,00058252	0,00000852	68,39	0,000

S = 0,794209 R-Sq = 95,9% R-Sq(adj) = 95,9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2950,3	2950,3	4677,29	0,000
Residual Error	200	126,2	0,6		
Total	201	3076,4			

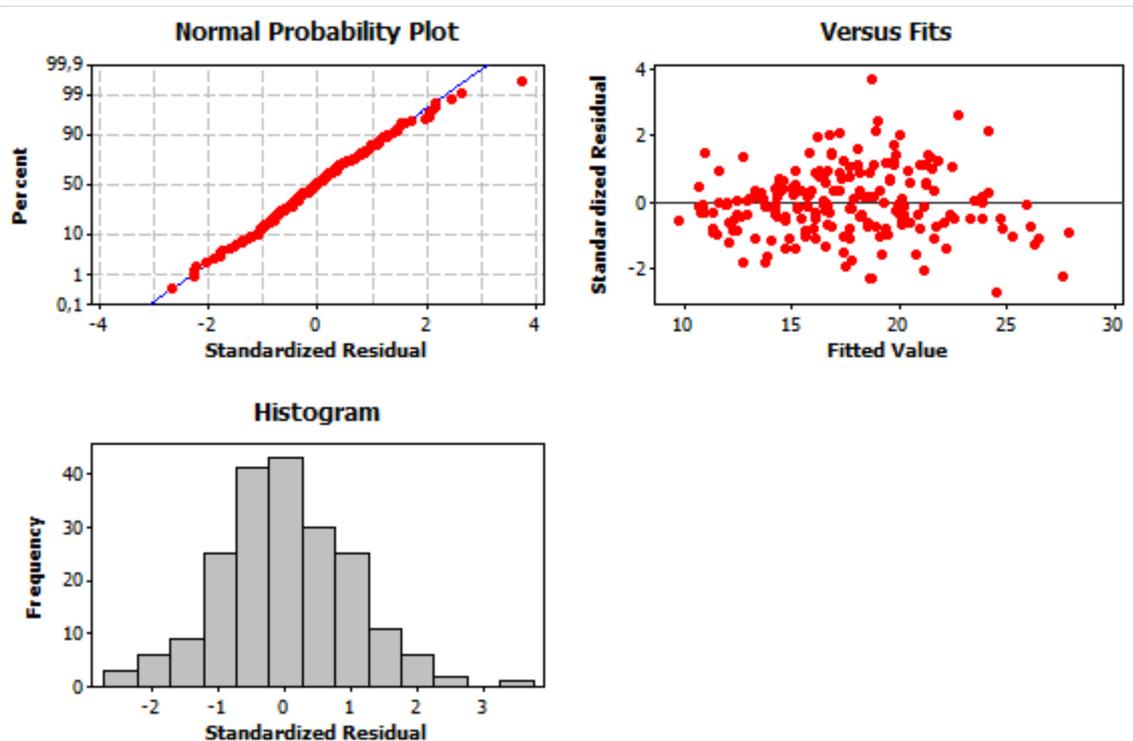


Figura B-17. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 3 para Raiz Quadrada de Peso de carcaça. Valor-p=0,335 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

The regression equation is  
Pcarcaça - TR = 1,659 + 0,000760 CP\*L1 - 0,000000 CP\*L1\*\*2

S = 0,771965 R-Sq = 96,1% R-Sq(adj) = 96,1%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	2957,85	1478,92	2481,71	0,000
Error	199	118,59	0,60		
Total	201	3076,44			

#### Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	2950,29	4677,29	0,000
Quadratic	1	7,56	12,69	0,000

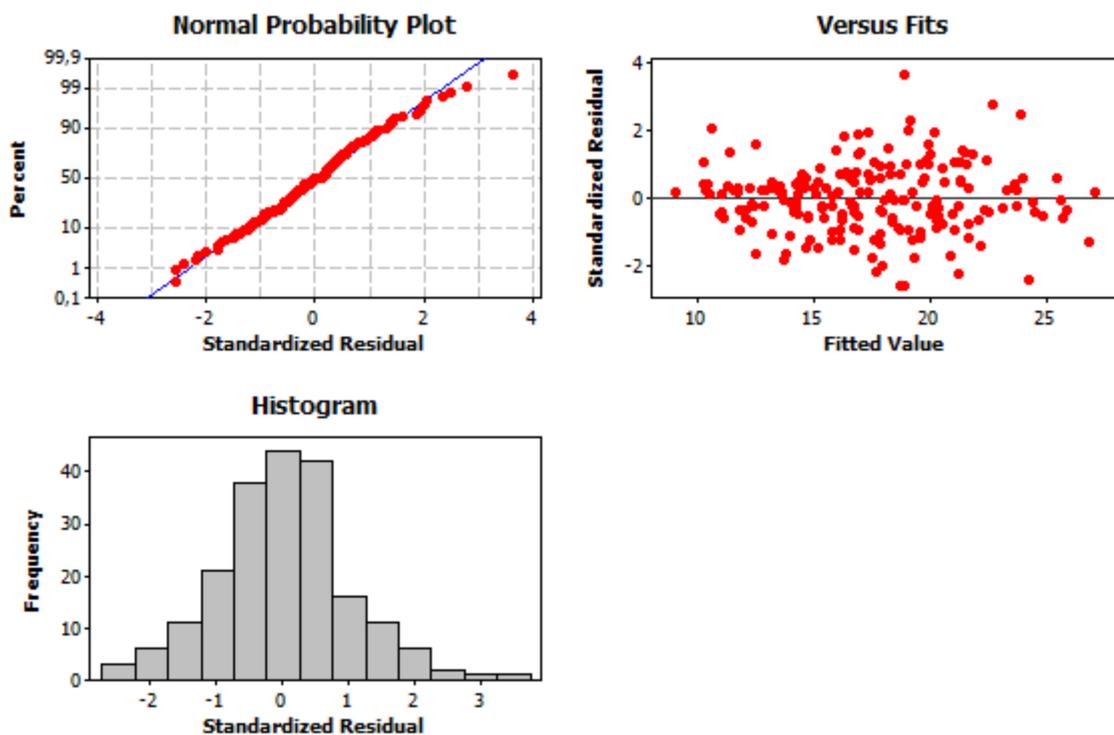


Figura B-18. Resultados de ajuste e análise de resíduos do Modelo 4 para Raiz Quadrada de Peso de carcaça. Valor-p=0,159 no teste de normalidade de Anderson-Darling.

\* Ccor is highly correlated with other X variables  
 \* Ccor has been removed from the equation.

The regression equation is

$$\%F = 42,7 - 0,00232 \text{ Peso (g)} - 0,104 \text{ CC} + 0,0317 \text{ CP} + 0,0810 \text{ L1} + 0,0871 \text{ L2} - 0,103 \text{ L3} - 0,0818 \text{ A1} - 0,066 \text{ A2} + 0,193 \text{ A3}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	42,721	2,832	15,09	0,000	
Peso (g)	-0,002322	0,003000	-0,77	0,440	18,4
CC	-0,10394	0,04293	-2,42	0,016	13,1
CP	0,03167	0,01434	2,21	0,028	20,3
L1	0,08103	0,05058	1,60	0,110	20,1
L2	0,08706	0,03992	2,18	0,030	4,7
L3	-0,10312	0,05824	-1,77	0,078	4,6
A1	-0,08181	0,05057	-1,62	0,107	4,2
A2	-0,0656	0,1119	-0,59	0,558	8,1
A3	0,1926	0,1448	1,33	0,185	10,9

S = 2,71537 R-Sq = 11,0% R-Sq(adj) = 7,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	215,892	23,988	3,25	0,001
Residual Error	238	1754,831	7,373		
Total	247	1970,724			

Figura B-19. Modelo de regressão linear completo para Rendimento de filé com pele (Layout da saída do Minitab).

```

The regression equation is
%F (s/p) = 36,1 - 0,00138 Peso (g) - 0,129 CC + 0,0161 CP + 0,161 L1 + 0,115 L2
          - 0,164 L3 - 0,0414 A1 - 0,164 A2 + 0,089 A3

238 cases used, 10 cases contain missing values

Predictor      Coef      SE Coef      T      P      VIF
Constant      36,127      3,474      10,40      0,000
Peso (g)      -0,001376    0,003572    -0,39      0,701      18,824
CC            -0,12889     0,04858     -2,65      0,009      11,680
CP            0,01614     0,01704     0,95      0,344      19,214
L1           0,16138     0,05725     2,82      0,005      17,680
L2           0,11492     0,04544     2,53      0,012     4,723
L3          -0,16449     0,06605     -2,49      0,013     3,906
A1          -0,04139     0,05740     -0,72      0,472     4,025
A2          -0,1638      0,1275     -1,28      0,200     8,101
A3           0,0890      0,1672     0,53      0,595    10,204

S = 3,05735   R-Sq = 11,9%   R-Sq(adj) = 8,4%

Analysis of Variance

Source      DF      SS      MS      F      P
Regression    9      287,109    31,901    3,41    0,001
Residual Error 228    2131,208     9,347
Total        237    2418,318

```

Figura B-20. Modelo de regressão linear completo para Rendimento de filé sem pele (Layout da saída do Minitab).

\* Coor is highly correlated with other X variables  
 \* Coor has been removed from the equation.

The regression equation is

$$\text{Rcarcaça} = 40,7 - 0,0145 \text{ Peso (g)} - 0,133 \text{ CC} + 0,0882 \text{ CP} + 0,0368 \text{ L1} + 0,111 \text{ L2} \\ - 0,0479 \text{ L3} - 0,0820 \text{ A1} - 0,003 \text{ A2} + 0,524 \text{ A3}$$

202 cases used, 46 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	40,728	4,806	8,47	0,000	
Peso (g)	-0,014512	0,004523	-3,21	0,002	21,7
CC	-0,13342	0,05360	-2,49	0,014	8,3
CP	0,08824	0,02106	4,19	0,000	15,5
L1	0,03676	0,06232	0,59	0,556	13,1
L2	0,11098	0,05869	1,89	0,060	3,6
L3	-0,04791	0,08857	-0,54	0,589	3,7
A1	-0,08198	0,06118	-1,34	0,182	3,6
A2	-0,0029	0,1545	-0,02	0,985	9,0
A3	0,5243	0,1784	2,94	0,004	9,4

S = 3,04763 R-Sq = 17,3% R-Sq(adj) = 13,4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	373,398	41,489	4,47	0,000
Residual Error	192	1783,310	9,288		
Total	201	2156,708			

Figura B-21. Modelo de regressão linear completo para Rendimento de carcaça (Layout da saída do Minitab).