

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Especialização em Estatística

Elielson de Paula Barbosa

**"ANÁLISE FATORIAL APLICADA AO MODELO DE DOIS
COMPONENTES DE AVALIAÇÃO CORPORAL PARA OBTENÇÃO
DE MODELO ESTATÍSTICO PREVISOR DE MASSA DE GORDURA
CORPORAL RELATIVA EM MULHERES DE 18 A 34 ANOS".**

Belo Horizonte

2014

Elielson de Paula Barbosa

**"ANÁLISE FATORIAL APLICADA AO MODELO DE DOIS
COMPONENTES DE AVALIAÇÃO CORPORAL PARA OBTENÇÃO
DE MODELO ESTATÍSTICO PREVISOR DE MASSA DE GORDURA
CORPORAL RELATIVA EM MULHERES DE 18 A 34 ANOS".**

Monografia apresentada ao Curso
Especialização em Estatística da
Universidade Federal de Minas Gerais
como requisito parcial para obtenção do
título de Especialista em Estatística.

Orientadora:
Profa. Dra. Sueli Aparecida Mingoti

**Belo Horizonte
2014**

SUMÁRIO

	Página	
1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Modelos de avaliação corporal	16
2.2	Os modelos de avaliação corporal disponíveis e os brasileiros	16
2.3	A validade dos modelos de avaliação corporal existentes e a população brasileira	18
3	OBJETIVOS	19
3.1	Geral	19
3.2	Específico	20
4	JUSTIFICATIVA	20
5	MATERIAIS E MÉTODOS	22
5.1	Modelos e métodos de avaliação de composição corporal	22
5.1.1	Modelos de avaliação da composição corporal	22
5.1.2	Métodos de avaliação corporal	23
5.1.3	Classificação dos níveis de gordura corporal	26
5.1.4	Localização corporal de dobras cutâneas e técnicas de medição	27
6	RESULTADOS	32
6.1	O apoio estatístico	32
6.1.1	Apresentação do banco de dados	32
6.1.2	Análises estatísticas descritivas do banco de dados	34
6.2	A análise multivariada	39
6.2.1	Análise de Componentes Principais	39
6.2.2	A Análise Fatorial	40
6.2.3	Análise Fatorial via matriz de correlação	42
6.2.4	Análise Fatorial aplicada ao banco de dados originais	46
6.2.5	Análise Fatorial aplicada às variáveis interoperadas	49
6.3	Análise de Regressão	55
6.3.1	Seleção das variáveis regressoras e a variável-resposta	56
6.3.2	Ajuste de modelos de regressão linear múltipla	57
6.3.3	Estimação do Modelo de regressão com quatro variáveis regressoras Z_Altura, Z_Idade, Escore 1 (SC1) e Escore 2 (SC2) contra variável-resposta %(MGC)Akad	60
6.3.4	A estimação do modelo de regressão com duas variáveis regressoras Escore 1 (SC1) e Escore 2 (SC2) contra variável-resposta %(MGC)Akad	63
6.3.5	Análises dos ajustes das duas equações de regressão múltipla obtidas	67
6.3.6	Ajuste de modelo de regressão linear múltipla com n = 48	67
6.3.6.1	Formação das variáveis combinadas	72
6.3.6.2	Critério e método de criação das variáveis combinadas	75
6.4	Análise de Regressão Múltipla – (n = 48)	79
6.4.1	Análise dos ajustes da equação de regressão múltipla obtidos com n=48	80
7	CONSIDERAÇÕES GERAIS	83
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	85
	ANEXOS	87

TABELAS

	Página
1	Níveis percentuais recomendados de Massa Gorda Corporal - %(MGC) para Mulheres Fisicamente Ativas (MFA) 26
2	Duas equações de estimativas de dobras cutâneas 30
3	Quatro modelos de conversão de Densidade Corporal Total (DensCT) para %(MGC) destinados à populações específicas 31
4	Estatísticas Descritivas das variáveis Idade, Altura, Massa Gorda Atual e Massa Total – (n=36) 35
5	Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas supra diafragmáticas (cm) (n = 36) 35
6	Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas infra diafragmáticas (cm) – (n = 36) 35
7	Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas dos membros superiores (cm) (n = 36) 36
8	Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas dos membros inferiores (cm) – (n = 36) 36
9	Estatísticas Descritivas das medidas das dobras cutâneas supra diafragmáticas (n=36) 36
10	Estatísticas Descritivas das medidas das dobras cutâneas infra diafragmáticas (cm) – (n = 36) 37
11	Estatísticas Descritivas da medida da dobra cutânea dos membros superiores (cm) – (n = 36) 37
12	Estatísticas Descritivas da medida da dobra cutânea dos membros inferiores (cm) – (n = 36) 37
13	Estatísticas Descritivas da medida da soma das dobras cutâneas (cm) – (n = 36) 37
14	Categorias, codificação, teste de Anderson-Darling e P-Valor das variáveis componentes do banco de dados – (n = 36) 38/39
15	Autovalores da matriz de correlação amostral – $m = 3$ 46
16	Estimativas das Cargas Fatoriais com rotação Varimax, Comunalidades e Variâncias Específicas – Variáveis singelas – Análise Fatorial com $m = 3$ fatores 48
17	Correlações entre as variáveis codificadas dobras cutâneas (DC) e perímetros supra e infra diafragmáticas – (P-Valor) 50

Continua

TABELAS - Continuação

		Página
18	Algoritmos decodificados das variáveis interoperadas	52
19	Análise dos Componentes Principais sobre as variáveis singelas Massa Total e Quadril com as variáveis Interoperadas – Autovalores para determinação do valor de m	52
20	Estimativas de Cargas Fatoriais das variáveis Massa Total e Quadril com as variáveis interoperadas, Comunalidades e Variâncias específicas, sem rotação – Análise Fatorial com $m = 2$	53
21	Estimativas de Cargas Fatoriais das variáveis Massa Total e Quadril com as variáveis interoperadas, Comunalidades e Variâncias específicas, com rotação Varimax – Análise Fatorial com $m = 2$	54
22	Estatísticas descritivas da variável-resposta percentual de Massa Gorda Corporal calculado pelo sistema utilizado pela academia de ginástica (n=36)	58
23	Regressões Lineares Múltiplas: Variáveis regressoras (Z_Altura, Z_Idade, SC1 e SC2) e Variável-Resposta $\%(MGC)_{Akad}$ - (n=36)	59
24	Estatísticas do Ajuste do Modelo da regressão múltipla com quatro variáveis regressoras – (n=36)	60
25	Estatísticas da Análise de variância do ajuste do Modelo de Regressão com quatro variáveis regressoras	61
26	Estatísticas do Ajuste do Modelo da regressão múltipla com duas variáveis regressoras – (n=36)	63
27	Estatísticas da Análise de variância do ajuste do Modelo de Regressão com duas variáveis regressoras – (n=27)	63
28	Sumarização das estatísticas das regressões múltiplas ajustadas – (n = 36)	65/66
29	Estatísticas descritivas das variáveis Altura (cm), Idade (anos), Massa Total (kg), Massa Gorda Corporal (kg), Percentagem de Massa Gorda Corporal – (n = 48)	69
30	Estatísticas descritivas das variáveis supra diafragmáticas Ombro, Tórax – unidade de medida cm – (n = 48)	69
31	Estatísticas descritivas das variáveis infra diafragmáticas Cintura, Abdome, Quadril – unidade de medida cm - (n = 48)	70

TABELAS - Continuação

		Página
32	Estatísticas descritivas das variáveis perímetros dos membros superiores - unidade de medida em cm - (n = 48)	70
33	Estatísticas descritivas das variáveis perímetros de membros inferiores - unidade de medida cm - (n = 48)	71
34	Estatísticas descritivas das espessuras absolutas das dobras cutâneas supra diafragmáticas - unidade de medida cm - (n = 48)	71
35	Estatísticas descritivas das espessuras absolutas das dobras cutâneas infra diafragmáticas - unidade de medida cm - (n = 48)	72
36	Estatísticas descritivas da espessura absoluta das dobras cutâneas dos membros - unidade de medida cm - (n = 48)	72
37	Correlações entre Variáveis Supra Diafragmáticas (VSD), Variáveis Infra Diafragmáticas (VSI), Variáveis Membros Superiores (VMS), Variáveis Membros Inferiores (VMI) entre si e com as variáveis Dobras Cutâneas (DC) – (n=48)	74
38	Algoritmos das Variáveis Combinadas para realização da Análise Fatorial - (n = 48)	75
39	Autovalores para determinação do valor de m - (n = 48)	76
40	Estimativas de Cargas Fatoriais sem rotação $m=2$ - (n = 48)	77
41	Estimativas de Cargas Fatoriais com rotação <i>Varimax</i> - $m=2$, (n = 48)	78
42	Estatísticas do Ajuste do Modelo da Regressão Linear Múltipla com duas variáveis regressoras – (n=48)	79
43	Estatísticas da Análise de Variância do ajuste do Modelo da Regressão Linear Múltipla com duas variáveis regressoras (n=48)	79
44	Estatística descritiva dos resíduos do ajuste da regressão múltipla	82

ILUSTRAÇÕES

Figuras	Título	Página
1	O Homem Vitruviano	14
2	Imagens da cédula de R\$ 500,00 comemorativa do Sesquicentenário da Independência em 1972	18
3	Anatomia de dobra cutânea e adipômetro	25
4-A	Local e medição de dobra cutânea de peito	27
4-B	Local e medição de dobra cutânea subescapular	27
4-C	Local e medição de dobra cutânea axilar	27
4-D	Local e medição de dobra cutânea suprailíaca	28
4-E	Local e medição de dobra cutânea abdominal	28
4-F	Local e medição de dobra cutânea de tríceps	28
4-G	Local e medição de dobra cutânea de bíceps	29
4-H	Local e medição de dobra cutânea de coxa	29
4-I	Local e medição de dobra cutânea de panturrilha	29
5	Locais anatômicos das circunferências ou perimetrias corporais	30
6	Autovalores para Análise Fatorial com $m = 2$, ($n = 36$)	53
7	Autovalores para Análise Fatorial com $m = 2$, ($n=48$)	77

GRÁFICOS

	Título	Página
1	Verificação de normalidade da variável $\%(MGC)_{Akad}$	58
2	Síntese dos resultados da análise de resíduos do modelo de regressão ajustado com quatro variáveis regressoras	61
3	Dispersão dos resíduos com quatro variáveis regressoras em relação à variável $\%(MGC)_{Akad}$	62
4	Estatísticas descritivas dos resíduos com quatro variáveis regressoras contra a variável $\%(MGC)_{Akad} - (n = 36)$	62
5	Síntese dos resultados da análise de resíduos do modelo de regressão ajustado com duas variáveis regressoras ($n=36$)	64
6	Dispersão dos resíduos com duas variáveis regressoras contra a variável $\%(MGC)_{Akad} - (n=36)$	64
7	Estatísticas descritivas dos testes de normalidade dos resíduos com duas variáveis regressoras contra a variável $\%(MGC)_{Akad} - (n = 36)$	65
8	Resíduos do ajuste da Regressão Múltipla ($n=48$)	81
9	Estatísticas dos Resíduos do ajuste da Regressão Múltipla ($n=48$)	81
10	Espalhamento dos resíduos do ajuste da Regressão Múltipla com alinhamento angular positivo e pontos discrepantes - ($n=48$)	82

ABREVIATURAS

Abreviatura	Legenda
Age(anos)	Idade (anos)
Ax	Dobra cutânea axilar
Cint	Cintura
CxaDC	Dobra cutânea de coxa
(MGC) _{dens}	Densidade da Massa Gorda Corporal
(MMC) _{dens}	Densidade da Massa Magra Corporal
DCut	Dobras Cutâneas
DensCT	Densidade Corporal Total
IC	Intervalo de Confiança
MassTot(kg)	Massa Total (kg)
MGC	Massa Gorda Corporal
MMC	Massa Magra Corporal
MCT	Massa Corporal Total
Omb	Ombro
PerAbd	Perímetro abdominal
PH	Pesagem hidrostática
PT	Dobra cutânea peitoral
Qdr	Quadril
SbEsc	Dobra cutânea subescapular
Sc1	Escore fatorial 1
Sc2	Escore fatorial 2
SI	Dobra cutânea suprailíaca
SumAbr	Soma dos perímetros dos antebraços
SumBr	Soma dos perímetros dos braços
SumCxP	Soma de perímetro de coxa proximal
SumDC	Soma das dobras cutâneas
Torx	Tórax
TRI	Dobra cutânea de tríceps
VCT	Volume Corporal Total
Z_Idade	Idade padronizada
Z_Altura	Altura padronizada
%(MGC)	Percentuais de Massa Gorda Corporal
%(MCM)	Percentuais de Massa Magra Corporal
%(MGC)Akad	Percentual de Massa Gorda Corporal estimada pela Academia de ginástica

ANEXOS

	Título	Parte	Página
1	Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos n = 48	1/4	87
1	Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos n = 48	2/4	88
1	Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos n = 48	3/4	89
1	Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos n = 48	4/4	90
2	Tabela de Variáveis originais exceto pontos discrepantes - n = 36	1/3	91
2	Tabela de Variáveis originais exceto pontos discrepantes - n = 36	2/3	92
2	Tabela de Variáveis originais exceto pontos discrepantes - n = 36	3/3	93
3	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis Idade, Altura, Massa Gorda Atual e Massa Total – (n = 48)		94
4	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis Idade, Altura, Massa Gorda Corporal e Massa Total – (n=36)		94
5	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis perimetrias supra e infra diafragmáticas (n=48)		94
6	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis perimetrias supra e infra diafragmáticas– (n = 36)		95
7	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis membros – (n = 48)		95
8	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis membros – (n = 36)		95
9	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores de pontos discrepantes das variáveis dobras cutâneas – (n = 48)		96
10	<i>Box-plots</i> comparativos, identificadores e eliminadores de pontos discrepantes das variáveis membros – (n = 36)		96
11	Teste de normalidade das variáveis Altura, Idade, Massa Total e Massa Gorda Atual (n = 36)		97

Continua

ANEXOS - Continuação

	Página	
12	Teste de normalidade das variáveis supra diafragmáticas Ombro e Tórax – (n = 36)	97
13	Teste de normalidade das variáveis infra diafragmáticas Cintura, Perímetro abdominal e Quadril – n = 36	98
14	Teste de normalidade das variáveis membros superiores Antebraço direito e esquerdo e Braço direito e esquerdo – (n = 36)	98
15	Teste de normalidade das variáveis membros inferiores Coxa posterior direita e esquerda e Panturrilha direita e esquerda – (n = 36)	99
16	Teste de normalidade das variáveis dobras cutâneas (DC) Tríceps, Axilar, Subescapular e Peitoral - (n = 36)	99
17	Teste de normalidade das variáveis dobras cutâneas (DC) Suprailíaca, Abdominal, Coxa anterior e Soma das dobras cutâneas - (n = 36)	100
18	Percentual de Massa Gorda Corporal calculada pelo sistema da academia de ginástica - (n = 36)	100
19	Intervalos de Percentual de Massa Gorda Corporal calculada pelo sistema da academia de ginástica - (n = 36)	101
20	Matriz de correlação amostral das 25 variáveis originais codificadas – (n=36)	101-104
21	Estatísticas descritivas gráficas das variáveis Altura, Idade e Massa Total – (n = 48)	105
22	Estatísticas descritivas gráficas da variável Massa Gorda Corporal - (n = 48)	106
23	Teste de normalidade das variáveis Altura, Massa Gorda Corporal e Massa Total – (n = 48)	106
24	Teste de normalidade variável Percentagem de Massa Gorda Corporal e Massa Total – (n = 48)	106
25	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis supra diafragmáticas – (n = 48)	107
26	Testes de normalidade das Variáveis supra diafragmáticas – (n = 48)	107
27	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis infra diafragmáticas – (n = 48)	108
28	Testes de normalidade das Variáveis infra diafragmáticas – (n = 48)	108

Continua

ANEXOS - Continuação

29-A	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis membros superiores – (n = 48)	109
29-B	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis membros superiores – (n = 48)	109
30	Testes de normalidade das Variáveis membros superiores – (n = 48)	110
31	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis membros inferiores – (n = 48)	111
32	Testes de normalidade das Variáveis membros inferiores (n = 48)	112
33-A	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis Dobras Cutâneas supra diafragmáticas (absolutas) (n = 48)	112
33-B	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis Dobras Cutâneas supra diafragmáticas (absolutas) (n = 48)	113
34	Testes de normalidade das das Dobras Cutâneas supra diafragmáticas – (n = 48)	113
35	Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis Dobras Cutâneas infra diafragmáticas (absolutas) (n = 48)	114
36	Testes de normalidade das Das Dobras Cutâneas infra diafragmáticas – (n = 48)	114
37	Estatísticas descritivas gráficas das Variável Dobra Cutânea dos membros superiores (absolutas) (n = 48)	115
38	Estatísticas descritivas gráficas da Variável Dobra Cutânea dos membros inferiores (absoluta) (n = 48)	115
39	Testes de normalidade da Dobra Cutânea de membros inferiores – (n = 48)	115
40	Testes de normalidade da Massa Gorda Corporal (kg) (n = 48)	116
41	Matriz de correlações – (48 x 25)	116-119
42-A,B	Variáveis Combinadas Supra Diafragmáticas (VC_SDiaf), Variáveis Combinadas Infra Diafragmáticas (VC_IDiaf), Variáveis Combinadas Membros Superiores (VC_MS), Variáveis Combinadas Membros Inferiores (VC_MS), Escores (SC1 e SC2) e Resíduos do ajuste da regressão múltipla – (n = 48)	120-121
43-A,B	Cópia de registros de avaliação funcional da Academia de ginástica	122-123

AGRADECIMENTOS

À Professora Sueli Aparecida Mingoti, minha orientadora, pelo incentivo, simpatia e encorajamento para a realização deste trabalho; a todos os professores deste curso através dos Professores Gregório Saravia Atuncar e Ela Mercedes Medrano de Toscano, sempre presentes, incentivadores, dedicados e entusiasmados; aos funcionários da Secretaria da pós-graduação de Estatística na pessoa da Rosiane Araujo; aos colegas Cleverson, Marcelo, Camila e aos demais pelo companheirismo e trocas de experiências ao longo do curso. Ao Fernando e Ricardo Tezzi da Akademia Olympicos pela franquia dos dados que possibilitaram esta monografia.

Quero agradecer e citar nominalmente outros professores que tive - muito contribuíram e foram importantes para a minha formação: Antonio D. S. Sobrinho, Carmen A Costa, Eduardo Wagner, Augusto Morgado, Francisco T. Dias, Regina T. Ishihara, Gilson Puppim, Haroldo Manta, Henrique de Saules, Heraldo Campelo, Jacques Chambriard, José Maria Dias de Albuquerque, Maria do Carmo Braga Pessoa, Maria do Carmo Vila, Martin Tygel, Nelson Machado, Norbertino Bahiense Filho, Paulo Henrique Nunes Martins, Pedro de Figueiredo, Robespierre Martins Teixeira, Rowilson Sidrim Pessoa, Reginaldo Naves de Souza Lima, Tito E. V. Dutra, Waldemir Lins e Weneide Maia Wanderley de Queirós. E a outros tantos professores titulados ou não, importantes ao longo da minha vida.

E aos esquecidos mas sempre importantes, Aloisio Magalhães, com ele aprendi a apreciar a beleza da arte brasileira; nos brindou com nossas famílias de cédulas monetárias preches de nacionalismo dentre outros legados; Mario Henrique Simonsen, o brilho do conhecimento como luz na escuridão das nossas travessias econômicas e por lembrar que “uma ciência, no sentido moderno de Popper, é um conjunto de hipóteses e inferências passíveis de confrontação empírica”; Celso Furtado, a antevisão contemporânea do que somos.

Aos meus pais em memória, Lia e Nelson, que sempre se desvelaram pelo melhor para mim, meu perene agradecimento.

E por último, mas não menos importante, o amor, o carinho, a compreensão e o apoio que me foram generosa e fartamente ofertados pela Ana, minha mulher.

RESUMO

A literatura dispõe de vários modelos de avaliação corporal com o propósito de encontrar a melhor ou mais adequada composição corporal dos indivíduos. Dentre esses, destaca-se o modelo de dois componentes a saber, Massa Magra Corporal (MMC) e Massa Gorda Corporal (MGC), o preferido das Academias de ginástica. Esses modelos foram e são desenvolvidos por pesquisadores do hemisfério norte – eivado de populações com ancestralidades genômicas segregadas e semelhantes entre si e que lhes serve de espaço amostral nos estudos e pesquisas. Foi formado um banco de dados de mulheres de 18 a 34 anos, extraídos dos registros de avaliação funcional de uma academia de ginástica. Estes dados foram submetidos a tratamento estatístico descritivo e multivariado pela abordagem da Análise Fatorial seguido de Análise de Regressão. Concluiu-se com uma pergunta: os modelos de avaliação corporal desenvolvidos no hemisfério norte atendem adequadamente a gente brasileira com a certeza da nossa miscigenação *versus* a hipótese de segregação de populações de características genômicas semelhantes para as quais são formulados? Esta monografia não pretende responder a essa questão, mas estimular pesquisadores ligados à área de educação física e afins com suporte estatístico avançado a aprofundar esses estudos na população brasileira em seus muitos “Brasis” com materiais e métodos no estado da arte.

Palavras-chave:

Análise Multivariada, Análise Fatorial, Análise de Regressão, Ancestralidades genômicas, Composição corporal, Dobras cutâneas, Infra diafragmática, Massa Gorda Corporal, Massa Corporal Magra, Medidas perimétricas, Métodos de Avaliação Corporal, Modelo de dois componentes, Modelos de Avaliação Corporal, Percentual de Massa Gorda Corporal, Populações humanas miscigenadas, Populações humanas segregadas, Supra diafragmáticas, Variáveis interoperadas, Variáveis singelas.

ABSTRACT

The literature offers several models of body evaluation with the purpose of finding a better or more appropriate body composition of individuals. Among these, there is the model of two components namely, Lean Body Mass (MCM) and Body Fat Mass (GCM), the favorite of Health Clubs. These models were developed by researchers and are in the northern hemisphere - riddled with segregated populations and similar genomic ancestries together and covering them sample space in studies and research. A database of women 18-34 years of records extracted from the functional evaluation of a health club was formed. These data were submitted to descriptive statistical analysis and multivariate factor analysis of the approach followed by regression analysis. It was concluded with a question: Models of body assessment developed in the northern hemisphere adequately meet Brazilian people with the certainty of our miscegenation versus the hypothesis of segregation of populations of similar genomic features for which they are formulated? This monograph is not intended to answer that question, but stimulate research related to physical education and related services with advanced statistical support to deepen these studies in Brazilian population in his many "Brazils" with materials and methods in the art .

Keywords :

Multivariate, Factor Analysis, Regression Analysis, genomic ancestries, body composition, skin folds, Mass Body Fat, Lean Body Mass, perimeter measures, Methods of Assessment Body, Two Component Model, Models Body Assessment, Percentage of Body Fat Mass Analysis, blended human populations, human populations segregated, Variables bonded, single variables.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o Homem sempre teve curiosidade em conhecer os mistérios encerrados no seu próprio corpo, um sistema natural perfeito. Seja para entender cientificamente o corpo funcional via avaliação corporal através de vários ramos do conhecimento ou obter os elementos essenciais para transformar o corpo em objeto de arte, David que o “diga”, cujo “útero” foi um bloco de mármore e dele extraído pelos cinzéis de Michelangelo.

A união dos interesses de Leonardo da Vinci pela ciência e pela arte da proporção é representada pelo Homem Vitruviano, desenho no qual duas imagens sobrepostas de um homem nu estão contidas em um círculo e um quadrado (Figura 1 p.14). A inspiração para este desenho veio do tratado *De Architectura*, do arquiteto romano Marcus Vitruvius Pollio, defensor da construção de edificações com base na simetria e proporção da forma humana. Para Vitruvius, o corpo humano, com os braços e pernas estendidos, se ajustava perfeitamente ao círculo e ao quadrado e muitos artistas da Renascença tentaram traçar o ideal de Vitruvius, façanha plenamente realizada por Da Vinci. O desenho talvez seja um dos mais famosos de seu legado. Nele, Leonardo insere suas próprias observações sobre a forma humana e corrige algumas medidas inconsistentes de Vitruvius.

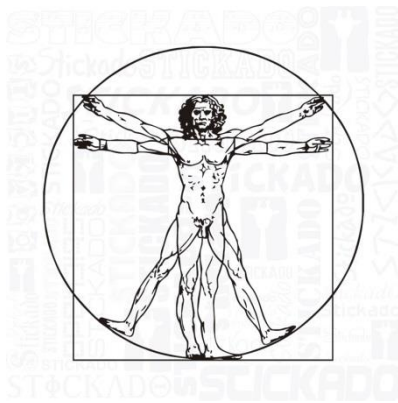


Figura 1 – O Homem Vitruviano

<http://discoverybrasil.uol.com.br/web/davinci/historia/Homem-Vitruviano/> - acesso 12/03.2014.

Há séculos, o corpo humano constitui perene desafio para muitos campos de estudo e vasto campo de aplicações de inúmeras áreas do conhecimento onde há

entrelaçamento de Forma, Função e Beleza que desde sempre instigaram o Homem a saber mais, compreender mais e melhor a materialidade do corpo humano. Uma das áreas de conhecimento apta para ajudar a ampliar o conhecimento e compreender melhor os atributos funcionais do corpo e seus órgãos é a Estatística, posto que o homem contemporâneo mais do que nunca busca solucionar problemas e melhorias da saúde, qualidade de vida e bem estar individual e de populações, atuações essas que geram dados que devem ser estudados.

Crescentes quantidades de indivíduos perseguem a qualidade de vida, o bem-estar e a manutenção da saúde através de atividades físicas orientadas preenchidas pelas academias de ginástica que ofertam serviços de avaliação corporal, acompanhamento, emprego de aparelhos e meios complementares tais como estímulo e aquisição de novos hábitos alimentares que resultam em indivíduos e populações igualmente saudáveis.

Incorporar a atividade física na rotina de vida é uma decisão pessoal que deverá ser realizada com orientação e acompanhamento de profissionais da saúde, especialmente Educação Física, Fisioterapia, Nutrição, Medicina e Enfermagem, isolada ou conjuntamente de forma preferencial, com o propósito de alinhar os melhores benefícios e afastar comportamentos ou eventos lesivos à saúde e ao bem-estar. A orientação de profissionais de saúde a indivíduos que decidem incorporar a atividade física em suas rotinas diárias inclui criteriosa aplicação de métodos científicos de avaliação corporal e do estado físico e clínico conforme procedimentos e protocolos estabelecidos.

A composição corporal é um elemento-chave do perfil da saúde e aptidão física individual. Esses conceitos deveriam ser largamente aplicados às populações através de levantamentos epidemiológicos, dado que indivíduos e populações saudáveis usufruem os benefícios das atividades físicas e exercem com plenitude suas atribuições individuais e coletivas. Cabe destacar os impactos social, econômico, financeiro e psicológico nos indivíduos, nas famílias e nas comunidades, causados por doenças decorrentes de sedentarismo, maus hábitos alimentares ou os dois fatos conjugados. A literatura dispõe de vários modelos de avaliação corporal com o propósito de encontrar a melhor ou mais adequada composição corporal dos indivíduos. Dentre esses, destaca-se o modelo de dois componentes, a saber,

Massa Magra Corporal (MMC) Massa Gorda Corporal (MGC), modelo foco desta monografia. Dada essa situação, cabe verificar se esses modelos representam adequadamente a população brasileira secularmente miscigenada em oposição às populações segregadas. É propósito desta monografia instigar pesquisas interdisciplinares que busquem criar e desenvolver modelos de avaliação corporal apropriados para responder adequadamente à composição corporal da gente brasileira, herdeira contínua de cinco séculos de miscigenação de ancestralidades genômicas entre os povos autóctones, europeus como invasores e povos africanos trazidos à força.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Modelos de avaliação corporal

A literatura aponta grande elenco de modelos de composição corporal, dentre os quais o modelos de dois componentes, a saber Massa Magra Corporal (MMC) e Massa Gorda Corporal (MGC) e modelos multicomponentes, estes aplicados a certos subgrupos populacionais (Heyward 2004). Há referências à diferentes etnias, índios americanos, negros, hispânicos, asiáticos e brancos (Heyward et al., 1996). (Heyward 2004) se apoia em extensas referências de literatura nas áreas de medicina, esportes, nutrição clínica, que abrangem o período de 1953 a 2001, divulgados em publicações especializadas da Europa e América do Norte: a própria autora, as referências indicadas, os artigos de Durnin et al., (1974) e o de Jackson et al., (1978) evidenciam pesquisas, desenvolvimento e aperfeiçoamento de modelos de avaliação corporal por pesquisadores do hemisfério norte onde é notória a segregação de populações com ancestralidades genômicas semelhantes entre si, que por certo, fornecem o espaço amostral para esses pesquisadores desenvolverem seus trabalhos.

2.2 Os modelos de avaliação corporal disponíveis e os brasileiros

No dizer de Ribeiro (1995), os Brasis são muitos: o Brasil Crioulo, o Brasil Caboclo, o Brasil Sertanejo, o Brasil Caipira e os Brasis Sulinos. Esses Brasis ribeirianos são

uma forma quase poética de nos recordar os componentes do nosso passado genômico inicial, a saber: povos autóctones, povos europeus e povos africanos. Esse autor nos revela: “Uma copiosa documentação histórica mostra que, poucas décadas depois da invasão, (chegada dos portugueses) já se havia formado no Brasil uma protocélula étnica neobrasileira diferenciada tanto da portuguesa como das indígenas. Essa etnia embrionária, multiplicada e difundida em vários núcleos – primeiro ao longo da costa atlântica, depois trasladando-se para os sertões interiores (Minas Gerais) ou subindo pelos afluentes dos grandes rios (Amazônia), é que iria modelar a vida social e cultural das ilhas-Brasil.

Cada uma delas singularizada pelo ajustamento às condições locais, tanto ecológicas quanto de tipos de produção, mas permanecendo sempre como um renovo genésico da mesma raiz” (Ribeiro, 1995). Um novo olhar sobre nossas origens foi feito por Magalhães, (2003), pensador sistemático e assíduo observador do Brasil.

Magalhães (2003) utilizou-se da cédula de R\$ 500,00 (quinhentos cruzeiros), de sua autoria, e à semelhança de Ribeiro (1995), para nos falar e nos mostrar os muitos Brasis que somos; essa cédula foi emitida em 1972 pelo Banco Central do Brasil em caráter comemorativo do Sesquicentenário da Independência (Figura 2 p.18). Nas alegorias da cédula, rompeu com o conceito dos “medalhões” vigentes, - barões, gerais e assemelhados; em uma das faces colocou uma representação do povo brasileiro por suas ancestralidades genômicas, através de uma sucessão de rostos masculinos a ser lida da esquerda para a direita, a formação étnica da sociedade brasileira por suas matrizes, - os povos autóctones, europeus e africanos. Na outra, apresentou cinco momentos da história e do povo brasileiro através de sequências de mapas do Brasil, evolução a ser observada da direita para esquerda, o Descobrimento, o Comércio, a Colonização, a Independência e a Integração (Magalhães, 2003), momentos esses potencializadores da miscigenação, por muitos acolhida e por muitos refutada. Veja-se as recentes e seguidas manifestações de racismo nos estádios de futebol. Muitos parecem querer ser o que não são. Ambos, Ribeiro (1995) e Magalhães (2003) nos enfoques dos seus olhares, percepções e fundamentações teóricas próprias, descortinaram para todos nós um panorama de imensa riqueza, beleza e autenticidade, – o que somos como entes individuais e povo.



Figura 2 – Imagens das faces da cédula de R\$ 500,00 comemorativa do Sesquicentenário da Independência em 1972

Retornando a Ribeiro (1995): “Essas ilhas-Brasil operaram como núcleos aglutinadores e aculturadores dos novos contingentes apresados na terra, trazidos da África ou vindos de Portugal ou outras partes, dando uniformidade e continuidade ao processo de gestação étnica, cujo fruto é a unidade sociocultural básica de todos os brasileiros”.

2.3 A validade dos modelos de avaliação corporal existentes e a população brasileira

Não parece haver dúvidas sobre a validade e universalidade de argumentos e resultados de pesquisas sobre avaliação corporal executadas no hemisfério norte

quanto aos riscos de saúde, alguns agravados pela miscigenação, caso da anemia falciforme. Quanto à existência de modelos de avaliação corporal destinados à populações fortemente miscigenadas, caso brasileiro, não foram encontradas referências explícitas ou não. Em consequência, são utilizados os modelos de avaliação corporal existentes. Nesta monografia, pretende-se apontar a necessidade de aprofundamento de pesquisas de avaliação corporal nas populações brasileiras com as técnicas existentes ou outras que venham a ser desenvolvidas a dados obtidos sob análise de recursos estatísticos avançados. Esses esforços certamente redundarão em melhorias das qualificações dos pesquisadores e dos modelos de avaliação a ser empregados em variadas populações, em especial aos muitos Brasis que somos. Por todo o exposto, lança-se a pergunta: os modelos de avaliação corporal desenvolvidos no hemisfério norte com suas populações carregadas de notória segregação de ancestralidades genômicas se ajustam às nossas populações com cinco séculos de miscigenação? Não é objetivo desta monografia responder a esta pergunta, mas lançá-la.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

A observação de procedimentos de avaliação corporal quantitativa de frequentadoras-clientes de uma academia de ginástica de Belo Horizonte despertou o interesse para tentar conhecer e desenvolver um modelo de avaliação corporal através de amostra aleatória de população feminina específica quanto à faixa etária. Os dados quantitativos oriundos das avaliações corporais individuais são registrados em uma ficha de avaliação corporal individual que forneceu os dados constituintes do banco de dados base desta monografia que repousa sobre três apoios: o banco de dados amostral (Anexo 1 partes 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 p.87-90) obtido com autorização em uma academia de ginástica de Belo Horizonte, a literatura restrita ao modelo de composição corporal de dois componentes e o suporte estatístico descritivo e multivariado aplicado ao banco de dados amostral indicado. Com esses recursos, pretende-se encontrar um modelo estatístico adequado para estimar a Massa I

Gorda Corpora (MGC) da amostra aleatória restrita por faixa etária da população em estudo.

3.2 Específico

Trata-se de levantamento observacional contido em um banco de dados (apresentado no Anexo 2, partes 1/3, 2/3, 3/3 p.91-93) de amostra aleatória (n = 36) da população feminina na faixa etária de 18 aos 34 anos, frequentadora-cliente de uma academia de ginástica de Belo Horizonte ao qual será aplicada metodologia específica da literatura restrita ao modelo de composição corporal de dois componentes e suporte estatístico descritivo e metodologia multivariada, através da técnica da Análise Fatorial e métodos de Análise de Regressão Múltipla. Nesta monografia pretende-se encontrar um modelo estatístico preditor de cálculo do percentual de Massa Gorda Corporal %(MGC) no momento da avaliação corporal do indivíduo através das técnicas estatísticas acima referidas aplicadas à amostra anteriormente descrita e verificar a concordância ou não com o método estatístico atualmente empregado na academia.

4 JUSTIFICATIVA

A cada dia mais e mais pessoas buscam melhorias – na qualidade de vida, na manutenção da saúde corporal e da autoestima, isso sem falar das necessidades inerentes às práticas esportivas de lazer ou profissionais. Sabe-se que a atividade física desempenha importante papel na manutenção da saúde e prevenção de doenças. Como pré-requisito para ingresso das pessoas nas atividades físicas orientadas, é obrigatória prévia avaliação médica seguida de avaliação da composição corporal como indicadores do estado físico atual do indivíduo, dos programas de treinamentos aplicados e como base de comparação dos resultados esperados. A composição corporal é um elemento-chave do perfil da saúde e aptidão física individual. A obesidade é tanto um problema individual como de saúde pública por prejudicar a qualidade e reduzir a expectativa de vida, por incrementar o risco de doença arterial coronariana, hipertensão, diabetes tipo II, doença pulmonar

obstrutiva, osteoartrite e certos tipos de cânceres (Heyward, 2004). A obesidade tem desdobramentos sociais e financeiros indesejáveis por representar de per si uma doença e ser causa de outras doenças que exigem grandes aportes de verbas requeridos por tratamentos corretivos agregados a custos de licenças médicas, impedimentos para renovação de habilitação para dirigir veículos automotores, aposentadorias antecipadas, hospitalizações, medicamentos, etc.

Em oposição, a falta de gordura corporal representa risco à saúde, pois o organismo requer quantidade adequada para desempenhar suas funções fisiológicas normais, tais como formação da membrana celular, isolamento térmico, armazenamento de combustível metabólico, transporte e armazenamento de vitaminas A, D, E e K solúveis em gordura, necessárias para o funcionamento do sistema nervoso, do ciclo menstrual, do sistema reprodutivo, crescimento e maturação sexual durante a pubescência (Heyward, 2004). A perda da saúde e da aptidão física decorrentes de obesidade ou comportamentos anoréxicos tem consequências individuais e desdobramentos familiares, sociais e econômicos.

Essas preocupações devem ser consideradas dado que indivíduos e populações saudáveis em razão de cuidados pessoais exercem suas atribuições individuais ou coletivas com plenitude. Levantamento do Ministério da Saúde brasileiro realizado no período de julho de 2012 a fevereiro de 2013 com uma amostra de 45,4 mil pessoas em todas as capitais e no Distrito Federal revela que 51% da população está acima do peso (massa corporal total) apropriado. Em 2006, o percentual era de 43%. Homens são maioria, 54%. Nas mulheres, o índice chega a 48%.

Estudos mostram que a obesidade é relacionada a fatores genéticos, mas verificam-se influências decorrentes de sedentarismo, padrões alimentares inadequados, causas essas que não devem ser consideradas de forma isolada mas associadas gênero sexual e escolaridade (<http://www.brasil.gov.br/saude/2013/08/obesidade-atinge-mais-da-metade-da-populacao-brasileira-aponta-estudo> - acesso em 27 de fevereiro às 12h 25min). Acresça-se a essas causas as ancestralidades genômicas com seus próprios fatores de risco. Constata-se que tanto o excesso quanto a falta de gordura corporal representam sérios riscos à saúde individual e por extensão à saúde pública.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Modelos e métodos de avaliação da composição corporal

5.1.1 Modelos de avaliação da composição corporal

A composição corporal humana tem sido objeto de pesquisas contínuas e sistemáticas que pretendem encontrar modelos teóricos que se prestem à melhor representação dos componentes corporais. A orientação de profissionais de saúde a indivíduos que decidem incorporar a atividade física em suas rotinas diárias inclui criteriosa avaliação corporal, do estado físico e clínico conforme protocolos próprios estabelecidos. Modelos teóricos de avaliação corporal foram desenvolvidos e utilizados para obter-se medidas de referência de composição corporal através da antropometria, dobras cutâneas (DCut), impedância bioelétrica e outros. O modelo de composição corporal de dois componentes a saber, Massa Magra Corporal (MMC) e Massa Gorda Corporal (MGC) que tem as medidas das dobras cutâneas (DCut) como recurso técnico de longa história para medição indireta do percentual de Massa Gorda Corporal $\%$ (MGC), é um dos mais utilizados e tem sido largo objeto de pesquisas.

Jackson et al. (1978), publicaram o artigo “Equações generalizadas para predição da densidade corporal total (DCT) de homens” no qual encontramos: “dobras cutâneas, circunferências corporais e densidade corporal total (DCT) foram medidos em duas amostras de 308 e 95 homens, respectivamente, na faixa etária 18-61 anos. Com a amostra de 308 homens, várias equações de regressão foram calculadas para estimar a densidade corporal total (DCT) através da soma das dobras cutâneas em combinação com a idade, circunferência da cintura e antebraço via forma quadrática ou logarítmica. As regressões foram submetidas à validação cruzada com a segunda amostra constituída pelos noventa e cinco homens (Jackson et al. 1978). As correlações entre as previsões e as medidas determinadas em laboratório da densidade corporal total (DCT) mostraram-se válidas para homens, variando em idade e gordura”. Não se explicita a natureza genômica das amostras.

Um dos modelos mais utilizados é o modelo de composição corporal de dois componentes, isto é, Massa Magra Corporal (MMC) e Massa Gorda Corporal (MGC). Esse modelo presume cinco suposições (Heyward, 2004): (i) a densidade da Massa

Gorda Corporal $(MGC)_{dens}$ é $0,901 \text{ g.cm}^{-3}$; (ii) a densidade da Massa Magra Corporal $(MMC)_{dens}$ é $1,100 \text{ g.cm}^{-3}$; (iii) as densidades dos componentes $(MCG)_{dens}$ e $(MMC)_{dens}$ são as mesmas para todos os indivíduos; (iv) as densidades dos vários tecidos componentes da $(MMC)_{dens}$ são constantes em cada indivíduo; as contribuições proporcionais para a $(MMC)_{dens}$ permanecem constantes; (v) um indivíduo submetido à medição difere do corpo de referência pela quantidade de gordura; admite-se que a Massa Magra Corporal (MMC) do corpo teórico de referência componha-se de 73,8% de água, 19,4% de proteínas e 6,8% de minerais. Essas suposições não estão explicitamente vinculadas ao estado de saúde dos indivíduos.

A densidade corporal total (DCT) é função das quantidades de músculos, ossos, água e gordura no corpo (Heyward 2004). O corpo teórico de referência aludido na suposição (v) é um modelo desenvolvido com base em resultados de análises físico-químicas em cadáveres humanos; esse corpo de referência deve ser de pleno conhecimento dos profissionais envolvidos com avaliação da composição corporal. O modelo de composição corporal de dois componentes – Massa Magra Corporal (MMC) e Massa Gorda Corporal (MGC) e seus pressupostos serviu de base para a elaboração do método da hidrodensitometria corporal ou pesagem hidrostática (PH), que constitui um método laboratorial. Os métodos de campo abrangem a mensuração das dobras cutâneas, que constitui o fundamento desta monografia, a bioimpedância e outros métodos antropométricos (Heyward, 2004).

5.1.2 Métodos de avaliação de composição corporal

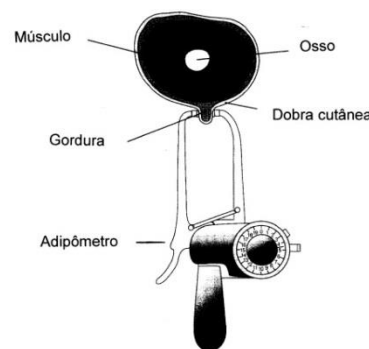
São dois os métodos de avaliação corporal praticados (Heyward, 2004): (i) métodos de laboratório; (ii) métodos de campo. Cada um a seu turno encerra vantagens e desvantagens. Os métodos laboratoriais requerem instalações apropriadas, equipamentos sofisticados, pessoal altamente qualificado e elevados investimentos em instalações e equipamentos. Consistem na pesagem hidrostática, na pletismografia de deslocamento de ar e absorptometria de raios X de dupla energia. (Heyward, 2004). São métodos de execução lenta e naturalmente de custo elevado. Espera-se como possíveis retornos dos métodos laboratoriais resultados precisos que possam

se tornar referenciais de comparação. Métodos laboratoriais não são objeto desta monografia. Em ambiente onde não houver disponibilidade ou não for designado aparato laboratorial, ou seja, ambiente de campo, são utilizados métodos mais práticos para estimar-se a composição corporal dos indivíduos (Tabela 1 p.26). Um desses métodos é o método das dobras cutâneas (DCut) (Figuras 3 – p. 25, 4-A a 4-I – p.27-29). Esse método remonta ao início do século passado, mas é um dos mais utilizados em levantamentos epidemiológicos e avaliação nutricional. É empregado para estimar a Massa Gorda Corporal (MGC) regionalmente distribuída no corpo com as seguintes finalidades: (i) determinar a razão entre a gordura subcutânea do tronco e extremidades do corpo; (ii) definir perfil antropométrico.

Uma dobra cutânea (DCut) mede indiretamente a espessura do tecido adiposo subcutâneo. Com a finalidade de estimar-se o percentual de Massa Gorda Corporal %(MGC), devem ser considerados como pressupostos as seguintes relações básicas: (i) uma dobra cutânea (DCut) é uma boa medida da gordura subcutânea, dado que pesquisas demonstram que a avaliação de medidas de dobras cutâneas em doze locais do corpo são similares ao valor obtido a partir de imagens de ressonância magnética (Hayes et al., 1988), citados por (Heyward, 2004); (ii) a distribuição de gordura subcutânea interna é similar para todos os indivíduos em cada sexo. Questiona-se a validade desta afirmação, por serem encontradas grandes diferenças individuais na modelação do tecido adiposo subcutâneo dentro e entre os sexos de acordo com Martin et al. (1985), citados por Heyward (2004). Indivíduos mais idosos de mesmo sexo e idênticas medidas de dobras cutâneas têm proporcionalmente menos gordura subcutânea do que indivíduos mais jovens. Verifica-se também que indivíduos magros apresentam proporção mais alta de gordura interna que diminui com o aumento da gordura corporal total (Lohman, 1981) citado por Heyward (2004); (iii) como existe relação entre gordura subcutânea e gordura corporal total, o somatório de várias dobras cutâneas (DCut) pode estimar a gordura corporal total (Jackson et al., 1976; Quatrochi et al., 1992) citados por Heyward (2004); (iv) há relação entre o somatório das dobras cutâneas e cada dobra cutânea considerada. Essa relação é linear para amostras homogêneas, isto é, populações específicas, mas não-linear sobre equações de dobras cutâneas (DCut) generalizadas para homens e mulheres.

A equação de regressão que descreve a relação entre o somatório das dobras cutâneas, encaixa os dados em uma estreita extensão de valores de Massa Gorda Corporal (MGC) e referente a uma população específica, propiciará uma estimativa imprecisa para indivíduos que não sejam representativos da amostra para a qual a equação foi desenvolvida (Jackson, 1984), citado por Heyward (2004); (v) a idade é um preditor independente de dobras cutâneas (DCut) para homens e mulheres e conjugada com a expressão quadrática do somatório das dobras cutâneas (DCut) produz maior explicação em dobras cutâneas de determinada população heterogênea (Jackson, 1984).

Dado que as dobras cutâneas medem indiretamente a espessura do tecido adiposo, que as medidas obtidas são similares aos valores obtidos em ressonância magnética, (Hayes et al., 1988) citados por Heyward (2004); elas conduzem ao desenvolvimento de equações preditoras de densidade corporal total (DCT). Essas equações produzem estimativas de densidade corporal total (DCT) – há mais de cem específicas por população a partir de combinações de dobras cutâneas, de perímetros corporais e diâmetros ósseos (Jackson et al., 1985) citados por Heyward (2004). Foram desenvolvidas para atender populações relativamente homogêneas e são supostamente válidas para fazer estimativas em indivíduos com características similares tais como idade, sexo, etnia ou nível de atividade física. (Heyward, 2004 p.150). Usam duas ou mais medidas de dobras cutâneas (DCut) para estimar a densidade corporal total (DCT), mas especialistas recomendam a inclusão de dobras cutâneas das regiões superior e inferior do corpo (Martin et al., 1985) citados por Heyward (2004).



Fonte: Heyward et al., (1996 p. 22). Legendas em português feitas pelo autor da desta monografia

Figura 3 - Anatomia de dobra cutânea e adipômetro

5.1.3 Classificação dos níveis de gordura corporal

Para classificar os níveis de gordura corporal utiliza-se a Massa Gorda Corporal relativa %(MGC) calculada através das medidas das dobras cutâneas que compõem inúmeras equações de regressão.

Os valores de Massa Gorda Corporal mínimos, médios e de obesidade variam com a idade, sexo e nível de atividade. A Tabela 1 – p. 26 apresenta os níveis percentuais de Massa Gorda Corporal – %(MGC) para Mulheres Fisicamente Ativas (MFA) – recomendados pela literatura para a faixa etária de 18 a 34 anos considerada nesta monografia. A escolha da faixa etária de 18 a 34 anos se deu em razão da maior quantidade de registros de indivíduos e maior densidade nas idades no banco de dados e não por qualquer outro fator.

Tabela 1 - Níveis percentuais recomendados de Massa Gorda Corporal - %(MGC) para Mulheres Fisicamente Ativas - (MFA)

Feminino	Mínimo	Média	Máximo
18 – 34 anos	16	23	28

Fonte: Heyward (2004, p. 144, Tabela 8.1).

As medidas de composição corporal expressas pelo %(MGC) estão associadas a maiores ou menores riscos de doenças de cada paciente e também servem para: (i) estimar o peso (massa) corporal saudável; (ii) formular recomendações nutricionais e prescrições de exercícios; (iii) estimar o peso (massa) corporal para atletas competidores de esportes cujo peso (massa) seja fator de classificação (ex. luta romana, fisiculturismo); (iv) monitorar o crescimento de crianças e adolescentes e (v) identificar os que estiverem em risco seja por falta ou excesso de %(MGC) recomendada; (vi) avaliar mudanças na composição corporal associadas ao envelhecimento, subnutrição e certas doenças; (vii) avaliar a eficiência e eficácia de intervenções nutricionais e de exercícios para contrapor-se ou estimular a essas mudanças. Para elaborar uma avaliação válida de composição corporal do paciente, é necessário entendimento do profissional avaliador a respeito dos modelos teóricos fundamentais. Nesta monografia, será considerado estritamente o modelo de dois componentes.

5.1.4 Localização corporal de dobras cutâneas, técnicas de medição e Locais anômicos das circunferências ou perimetrias corporais

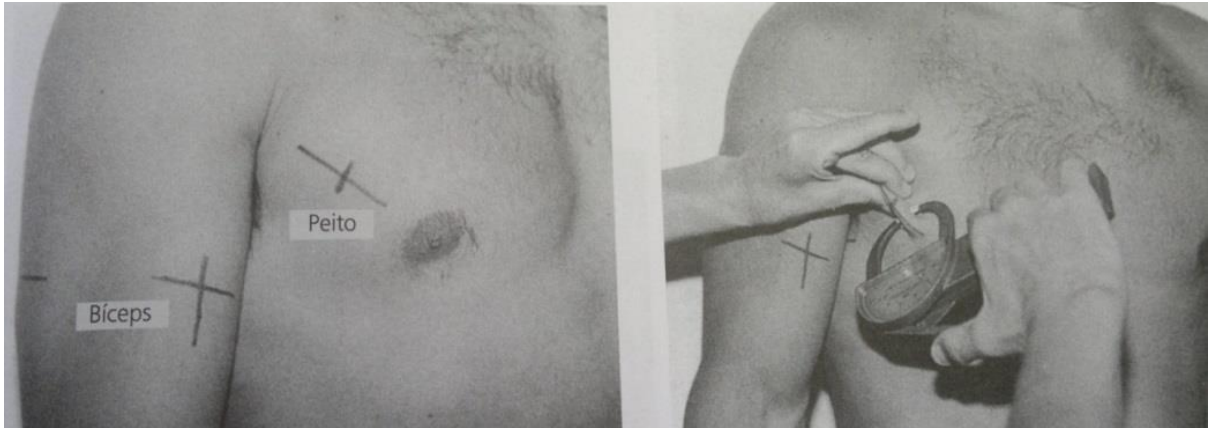


Figura 4-A – Local e medição de dobra cutânea de peito

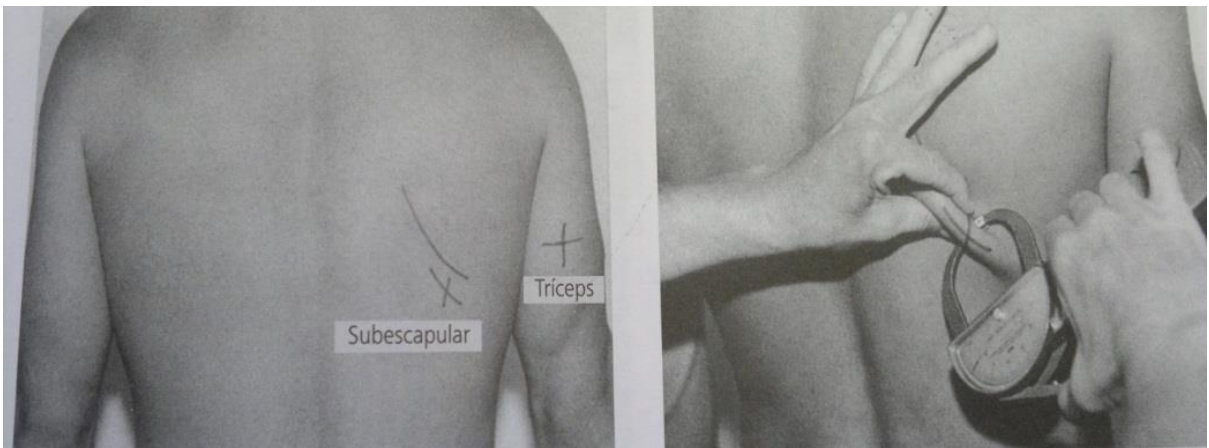


Figura 4-B – Local e medição de dobra cutânea subescapular



Figura 4-C – Local e medição de dobra cutânea axilar



Figura 4-D – Local e medição de dobra cutânea suprailíaca

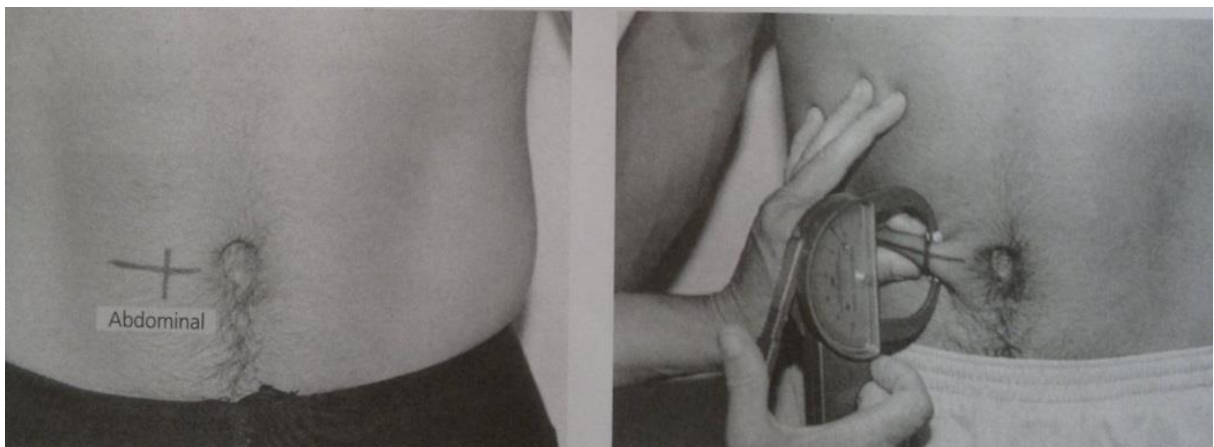


Figura 4-E – Local e medição de dobra cutânea abdominal

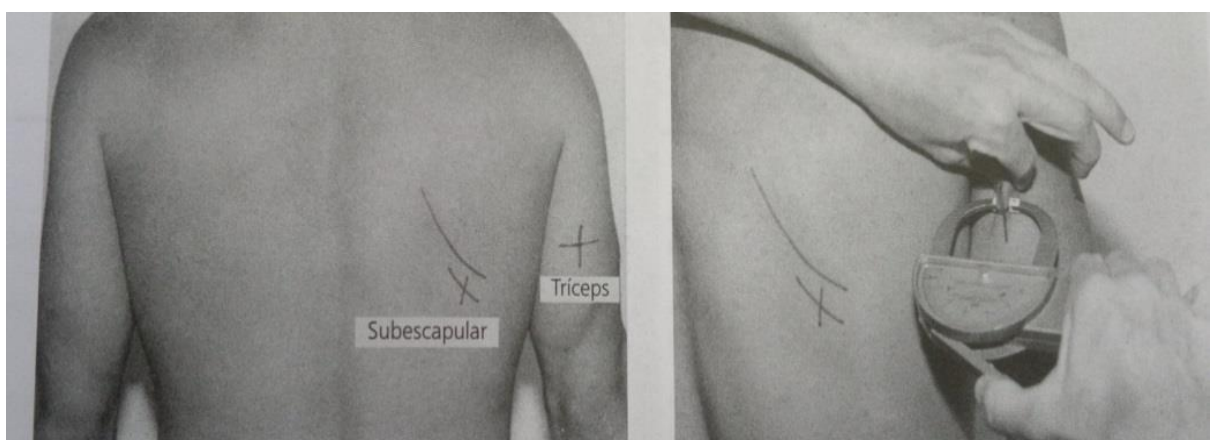


Figura 4-F – Local e medição de dobra cutânea de tríceps

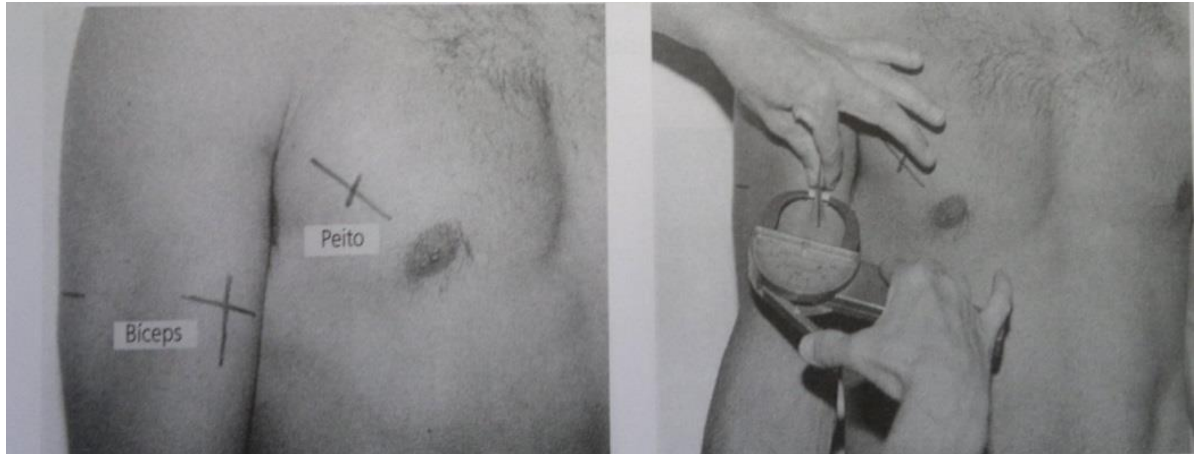


Figura 4-G – Local e medição de dobra cutânea de bíceps

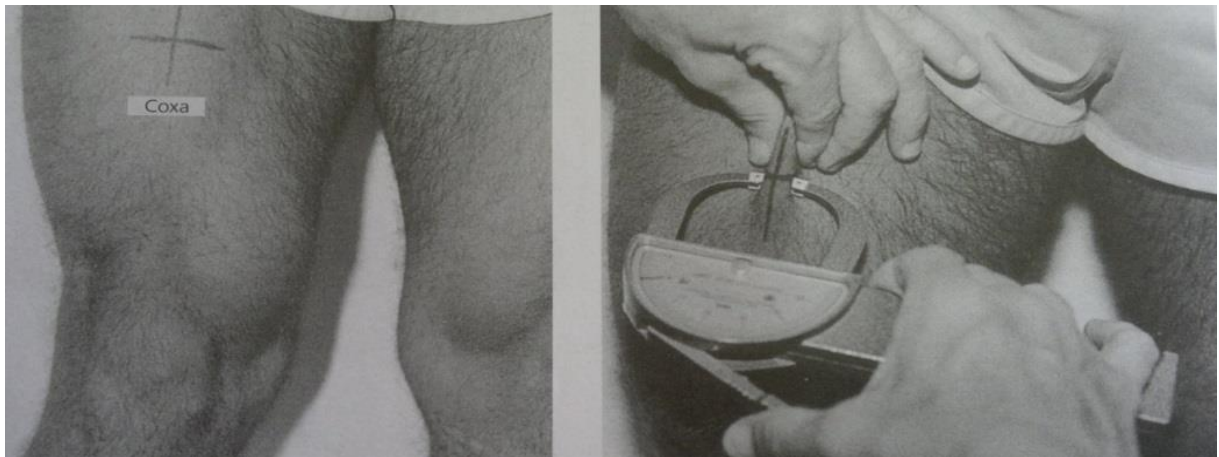
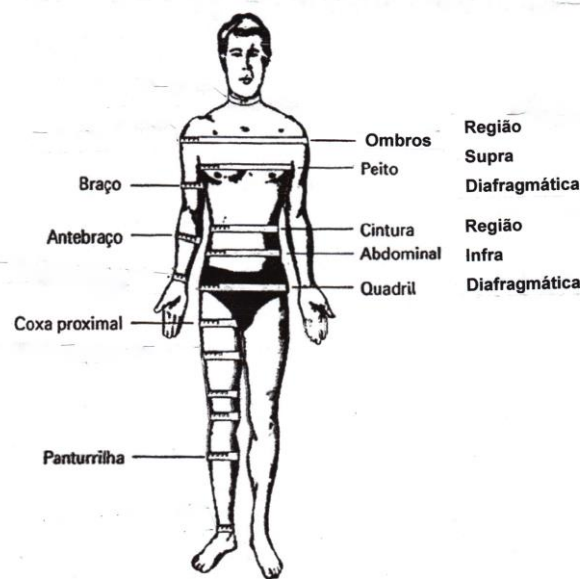


Figura 4-H – Local e medição de dobra cutânea de coxa



Figura 4-I – Local e medição de dobra cutânea de panturrilha



FONTE: Heyward, V. H.; Stolarczyk, L. M. p. 75, Figura 5.2 – Legendada pelo autor desta monografia.

.Figura 5 – Locais anatômicos das circunferências ou perimetrias corporais

A densidade corporal total (DCT) é convertida para a %(MGC) através de fórmula de conversão específica por população. A Tabela 2 – p.30 mostra as referências de duas equações para os modelos de estimativas de dobras cutâneas dentre as muitas disponíveis na literatura.

Tabela 2 - Duas equações de estimativas de dobras cutâneas

Subgrupos populacionais (etnias)	Equações regressoras	Referências
Mulheres negras ou hispânicas, de 18 a 55 anos	Equação A	Jackson et al., (1980)
Homens negros ou homens atletas, de 18 a 61 anos	Equação B	Jackson et al., (1978)

Fonte: Heyward (2004, p. 152)

Para entendimento das equações A e B que se encontram referenciadas na Tabela 2 p.30 define-se:

$$DC = \sum_{i=1}^7 DCuti$$

sendo,

Densidade Corporal Total – (DensCT) (em $\text{g} \times \text{cm}^{-3}$)

Dobras Cutâneas – (DCut_i) (em mm)

DCut₁ – Peito; DCut₂ – Abdome; DCut₃ – Coxa; DCut₄ – Tríceps;

DCut₅ – Subescapular; DCut₆ – Suprailíaca; DCut₇ – Axilar.

Equação A:

$$\text{DensCT}_1 = 1,0970 - 0,00046971 \times \text{DC} + 0,00000056 \times (\text{DC})^2 - 0,000128 \times (\text{Idade})$$

Equação B:

$$\text{DensCT}_2 = 1,1120 - 0,000043499 \times \text{DC} + 0,00000055 \times (\text{DC})^2 - 0,000288 \times (\text{Idade})$$

Após a obtenção da Densidade Corporal Total (DensCT) do indivíduo conforme sua etnia, gênero e idade executa-se a conversão para %(MGC) através de modelo apropriado, quatro deles indicados na Tabela 3 – p.31.

Tabela 3 - Quatro modelos de conversão de Densidade Corporal Total (DensCT) para %(MGC) destinados à populações específicas

População	Idade (anos)	Gênero	Equações de conversão de DensCT para %(MGC)
Indígenas	18 a 60	Feminino	$\%(MGC)_1 = (4,81/\text{DensCT}) - 4,34$
americanos e negros	18 a 32	Masculino	$\%(MGC)_2 = (4,37/\text{DensCT}) - 3,93$
	24 a 79	Feminino	$\%(MGC)_3 = (4,85/\text{DensCT}) - 4,39$
Hispanicos	20 a 40	Feminino	$\%(MGC)_4 = (4,87/\text{DensCT}) - 4,41$

Fonte: Heyward et al. (1996)

Na execução de qualquer processo de medição se incorre em falhas que precisam ser minimizadas. No caso das medições das dobras cutâneas, essas falhas são devidas ao nível de capacitação do técnico, ao tipo de instrumento de medição, compasso ou adipômetro (Figura 3 p.25), calibragem aferida ou não, - e a fatores externos tais como a situação corporal do indivíduo a ser avaliado, por exemplo, período menstrual.

Há que se considerar a ocorrência de todos esses fatores de modo simultâneo. Para minimizar essas falhas e melhorar a confiabilidade das medições das dobras

cutâneas, há um conjunto de procedimentos padronizados e recomendações que devem seguidas. A inobservância dos procedimentos acarreta avaliações corporais falhas que podem ter consequências danosas para os indivíduos avaliados, para a reputação do profissional ou da empresa ou instituição.

6. RESULTADOS

6.1 O apoio estatístico

6.1.1 Apresentação do banco de dados

Medidas antropométricas, de perimetria e de dobras cutâneas individuais femininas anotadas nas Fichas de Avaliação Funcional (Anexos 43-A,B – p.122-123) de alunas de uma academia de ginástica em Belo Horizonte do período de 20 de janeiro de 2010 até 24 de maio de 2013, constituíram os dados obtidos através de solicitação formalizada por escrito à direção da academia de ginástica e por ela autorizado a usá-los com o propósito acadêmico desta monografia. Esses dados permitiram a construção de um banco de dados primário inicial com 108 registros por 25 variáveis que abrangeram o intervalo etário de 14 a 81 anos. Dos 108 registros iniciais foram excluídos 60 por pertencerem a intervalos etários abaixo de 18 anos ou acima de 34 anos – intervalo etário de trabalho inicial desta monografia (Anexo 1, partes 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 – p. 87-90). Todas as variáveis são quantitativas, das quais uma discreta (idade) em razão da unidade adotada (anos) e as demais contínuas expressas em unidades do sistema métrico. São as seguintes: Altura (m), Massa Corporal Total (kg), perimetrias ou circunferências corporais (em cm) (Figura 5 – p.30) com localizações corporais supra diafragmáticas a saber: ombro e tórax; infra diafragmáticas – cintura, abdome e quadril; membros superiores – braços e antebraços; membros inferiores – coxas proximais e panturrilhas; espessuras das dobras cutâneas (mm) a saber: dobras supra diafragmáticas – peitoral, axilar e subescapular (Figuras 4-A, 4-B, 4-C p.27, 5 – p.30); dobras cutâneas infra diafragmáticas – abdominal e suprailíaca (Figuras 4-D, 4-E p.28 e 5 – p.30); dobra cutânea dos membros superiores – tríceps (Figuras 4-F p.28, 5 – p.30) e dobra cutânea dos membros inferiores – coxa anterior (Figura 4-H p.29, 5 - p. 30). O banco também registra as variáveis Massa Magra Corporal (MMC) e Massa Gorda Corporal

(MGC) ambas em (kg) estimadas através de modelo computadorizado *on line* de dois componentes de avaliação corporal utilizado na academia de ginástica disponível em http://sistemas.microuniversity.com.br/portal/interna.php?conteudo_pagina=15, produto Micro Physique. Conforme o desenvolvedor, é um “Sistema voltado para avaliação funcional, capaz de fazer comparativos de avaliações com foto. Utiliza diversos protocolos e permite que o usuário inclua outros diferentes. Trabalha também com análise postural, fazendo resumo de percentual de gordura, volume e perimetria. Gera anamnese completa do cliente”. Foram mantidas as unidades de medida originais das variáveis Idade (anos) e das variáveis expressas em unidade de massa (kg). As variáveis expressas em unidades de comprimento do sistema métrico foram transformadas para (cm).

A inclusão sequencial dos registros no banco de dados obedeceu critérios de completude e consistência. Não houve qualquer inclusão ou exclusão de variáveis ou qualquer intervenção que prejudicasse a aleatoriedade dos dados que se deu pela própria natureza e coleta dos registros dos indivíduos, sem qualquer escolha prévia por qualquer critério exceto pelos acima citados. Não há qualquer possibilidade de identificação dos indivíduos que constituem os dados do banco formado.

A literatura aplica o critério de faixas etárias explicitadas por Heyward (2004 Tab. 8.1 p. 144). Nesta monografia foi selecionada a faixa etária de 18 a 34 anos por oferecer 48 registros com a maior regularidade e densidade entre as idades componentes da faixa etária considerada (Anexo 1, partes 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 – p.87-90). Em consequência, do banco de dados inicial foram excluídos 60 registros. Aos 48 registros remanescentes aplicou-se sucessivamente a ferramenta *box-plot* de *software* estatístico nas variáveis: Idade, Altura, Massa Gorda Corporal Atual e Massa Total (Anexo 4 – p. 94).

Dessa análise surgiram 12 pontos discrepantes constituídos por pessoas ou longilíneas, ou de baixa estatura em relação ao grupo, ou com sobrepeso, dentre outras características que as tornaram pontos discrepantes. Em razão desses fatos, os registros referentes a esses indivíduos foram excluídas do banco de dados. Em linhas gerais, a exclusão dos pontos discrepantes foi motivada para manter o banco

de dados com a menor dispersão possível. Desse modo, restaram 36 registros com regularidade antropométrica e densidade mínima entre as idades. A exclusão desses 12 registros concorreu para a eliminação completa de todos os pontos discrepantes das perimetrias supra e infra diafragmáticas (Anexo 5 p.95) e das medidas das dobras cutâneas (DCut). Cabe esclarecer que os pontos discrepantes encontrados não caracterizam erros de qualquer natureza e foram mantidos para obter-se uma dimensão mínima do banco de dados.

Foram mantidos registros com pontos discrepantes das perimetrias das coxas posteriores direita e esquerda e da panturrilha esquerda. Por conseguinte, o banco de dados de trabalho desta monografia consolidou-se com um *data-frame* de 36 registros por 25 variáveis (Anexo 2 partes 1/3, 2/3, 3/3 p.91-93).

6.1.2 Análises estatísticas descritivas do banco de dados

Para facilitar a compreensão da natureza das variáveis e melhorar a abordagem das análises resultantes das estatísticas descritivas, o banco de dados de trabalho desta monografia (Anexo 2 partes 1/3, 2/3, 3/3 p.91-93) composto de 36 registros e 25 variáveis foi agrupado nos seguintes conjuntos de variáveis indicadas nas respectivas tabelas: (i) Idade, Altura, Massa Gorda e Massa Total (Tabela 4, p.35); (ii) medidas perimétricas supra diafragmáticas (Tabela 5 p.35 e Gráfico 5 p.64); (iii) medidas perimétricas infra diafragmáticas (Tabela 6 p. 35 e Gráfico 5 p.64); (iv) medidas perimétricas dos membros superiores (Tabela 7 p.36 e Gráfico 5 p.64); (v) medidas perimétricas dos membros inferiores (Tabela 8 p.36 e Gráfico 5 p.64); (vi) medidas das dobras cutâneas supra diafragmáticas (Tabela 9 p.36 e Figuras 4-A, 4-B, 4-C p.27); medidas das dobras cutâneas infra diafragmáticas (Tabela 10 p.37 e Figuras 4-D, 4-E p.28); medida da dobra cutânea dos membros superiores (Tabela 11 p.37 e Figura 4-F p.28) e medida da dobra cutânea dos membros inferiores (Tabela 12 p.37 e Figura 4-H e 4-I p.29).

Tabela 4 - Estatísticas Descritivas das variáveis Idade, Altura, Massa Gorda Atual e Massa Total – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Idade (anos)	25,64	4,36	17,02	22,00	25,00	29,00	0,26
Altura (cm)	165,92	4,36	2,63	163,00	164,00	169,75	0,60
Massa Gorda (kg)	14,33	3,94	27,54	11,57	14,35	16,95	0,04
Massa Total	58,30	7,37	12,65	53,40	57,65	63,72	0,35

Fonte: Banco de Dados

Tabela 5 – Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas supra diafragmáticas (cm) – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Ombro	100,76	4,94	4,91	97,00	101,25	104,75	-0,18
Tórax	85,64	5,63	6,57	82,00	84,75	90,87	0,11

Fonte: Banco de Dados

Tabela 6 – Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas infra diafragmáticas (cm) – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Cintura	70,11	4,49	6,40	67,00	70,50	72,87	0,15
Perímetro Abdominal	79,54	7,49	9,42	73,50	78,00	84,75	0,55
Quadril	97,14	6,37	6,56	92,50	97,00	101,88	0,19

Fonte: Banco de Dados

Tabela 7 – Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas dos membros superiores (cm) – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coefficiente de assimetria
Braço direito	27,67	2,28	8,23	25,50	27,25	29,50	0,24
Braço esquerdo	27,43	2,32	8,46	25,62	27,50	29,00	0,23
Antebraço direito	23,43	1,44	6,15	22,00	23,75	24,50	-0,08
Antebraço esquerdo	23,14	1,49	6,44	22,00	23,25	24,00	-0,04

Fonte: Banco de Dados

Tabela 8 – Estatísticas Descritivas das medidas perimétricas dos membros inferiores (cm) – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coefficiente de assimetria
Coxa proximal direita	56,58	5,68	10,04	54,00	57,00	60,50	-0,05
Coxa proximal esquerda	56,17	5,57	9,92	52,25	56,50	59,00	-0,15
Panturrilha direita	35,67	2,62	7,33	34,00	35,00	38,37	0,09
Panturrilha esquerda	35,75	2,716	7,60	34,00	35,50	38,37	0,19

Fonte: Banco de Dados

Tabela 9 – Estatísticas Descritivas das medidas das dobras cutâneas supra diafragmáticas (cm) – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coefficiente de assimetria
Axilar	1,37	0,56	40,99	0,96	1,30	1,74	0,45
Subescapular	1,46	0,47	32,33	1,10	1,51	1,80	0,46
Peitoral	1,13	0,53	47,09	0,68	1,02	1,70	0,24

Fonte: Banco de Dados

Tabela 10 – Estatísticas Descritivas das medidas das dobras cutâneas infra diafragmáticas (cm) – (n = 36)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Abdominal	2,53	0,88	34,96	1,89	2,50	3,11	0,29
Supraílica	1,842	0,759	41,18	1,175	1,910	2,422	0,23

Fonte: Banco de Dados

Tabela 11 – Estatísticas Descritivas da medida da dobra cutânea dos membros superiores (cm) – (n = 36)

Variável	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Tríceps	1,85	0,57	31,03	1,34	1,74	2,18	0,46

Fonte: Banco de Dados

Tabela 12 – Estatísticas Descritivas da medida da dobra cutânea dos membros inferiores (cm) – (n = 36)

Variável	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Coxa anterior	2,46	0,53	21,58	2,17	2,45	2,80	-0,16

Fonte: Banco de Dados

Tabela 13 – Estatísticas Descritivas da medida da soma das dobras cutâneas (cm) – (n = 36)

Variável	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Coeficiente de assimetria
Soma das dobras cutâneas	12,644	3,093	24,46	10,580	13,160	14,428	0,26

Fonte: Banco de Dados

De modo geral, os elevados coeficientes de variação apresentados nas estatísticas descritivas das Tabelas 4 a 14 (p.35-39) refletem grande dispersão e sugerem

indivíduos na amostra com perfis bem distintos e orienta os profissionais a selecionar exercícios apropriados para corrigir deficiências corporais ou posturais. Seguida à análise das estatísticas descritivas, o banco de dados original foi codificado, submetido a testes de normalidade (Tabela 8 p.36) e à análise de correlação (Anexo 18 p.100) e mais propriamente à metodologia de Análise Fatorial que será descrita a seguir.

Tabela 14 – Categorias, codificação, teste de Anderson-Darling e P-Valor das variáveis componentes do banco de dados – n = 36

Localizações anatômicas	Código	Variável	Teste de Anderson-Darling	P-Valor
Isoladas	V1	Altura	1,076	0,007
	V2	Idade	0,545	0,150
	V3	Massa Total	0,253	0,717
	V4	Massa Gorda Atual	0,164	0,937
Perimetrias Supra diafragmáticas	V5	Ombro	0,338	0,484
	V6	Tórax	0,330	0,504
Perimetrias Infra diafragmáticas	V7	Cintura	0,300	0,564
	V8	Perímetro abdominal	0,375	0,397
	V9	Quadril	0,181	0,908
Perimetrias dos Membros superiores	V10	Braço direito	0,409	0,328
	V11	Braço esquerdo	0,195	0,885
	V12	Antebraço direito	0,569	0,130
	V13	Antebraço esquerdo	0,656	0,080
Perimetrias dos Membros inferiores	V14	Coxa posterior direita	0,336	0,488
	V15	Coxa posterior esquerda	0,376	0,393
	V16	Panturrilha direita	0,723	0,054
	V17	Panturrilha esquerda	0,536	0,158
Dobras cutâneas supra diafragmáticas	V20	Axilar	0,236	0,772
	V21	Subescapular	0,211	0,847
	V23	Peitoral	0,865	0,024

Continua

Continuação Tabela 14

Localizações anatômicas	Código	Variável	Teste de Anderson-Darling	P-Valor
Dobras cutâneas infra diafragmáticas	V22	Abdominal	0,221	0,820
	V18	Suprailíaca	0,362	0,425
Dobra cutânea de membros superiores	V19	Tríceps	0,686	0,067
Dobra cutânea de membros inferiores	V24	Coxa anterior	0,242	0,754
	V25	Soma dobras cutâneas	0,343	0,471

FONTES: Figuras 4-A, 4-B, 4-C, 4-D, 4-E, 4-F, 4-H, 4-I p.27-29, 5 p.30 e Anexos 41 p.116-119 - n=36)

6.2 A Análise Multivariada

6.2.1 Análise de Componentes Principais

Os métodos estatísticos multivariados remontam ao fim do século XIX. O coeficiente de correlação como medida de relacionamento entre duas variáveis foi delineado por Francis Galton em 1877. Um método prático foi publicado por Hotelling (1933) para se realizar uma Análise de Componentes Principais (Manly, 2008) que tem como propósito reduzir a quantidade de variáveis consideradas a uma quantidade menor de índices, - as chamadas componentes principais que são combinações lineares das variáveis originais (Manly, 2008). Mingoti nos revela que a técnica denominada de Análise de Componentes Principais, popularmente chamada de PCA, foi introduzida por Karl Pearson (1901) e está fundamentada no artigo de Hotelling (1933) citado por (Mingoti 2005). É o mais antigo método de ordenação. A Análise de Componentes Principais é uma técnica para encontrar componentes lineares de variáveis correlacionadas por meio do cálculo dos autovalores e correspondentes autovetores de uma matriz de variâncias-covariâncias ou de uma matriz de coeficientes de correlação entre variáveis (Landim 2011).

Tem como objetivo principal explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório, composto de p -variáveis aleatórias, através de k -combinações lineares das variáveis originais, combinações essas que não são correlacionadas entre si, $k < p$. São objetivos gerais: redução de dimensionalidade e interpretação dos resultados (Johnson & Wichern, 2007). Se dispomos de p -variáveis originais, é possível obter-se p -componentes principais. Mas deseja-se objetivamente reduzir a quantidade de variáveis a ser avaliadas, interpretar as combinações lineares construídas e substituir as p -variáveis originais correlacionadas por k -componentes principais não correlacionados, $k < p$. Desta forma, a estrutura de variabilidade do vetor aleatório composto das p -variáveis originais é aproximado pelo sistema de variabilidade do vetor aleatório que contém as k -componentes principais. A eficiência e a eficácia da aproximação dependem da quantidade de componentes mantidas no sistema e podem ser medidas através da proporção de variância total explicada por essas k -componentes principais (Mingoti, 2005). A Análise de Componentes Principais frequentemente serve como porta de entrada para investigações mais amplas, por exemplo, obtenção de estimativas de cargas fatoriais na Análise Fatorial ou variáveis indicativas para Análise de Regressão Múltipla ou Análise de *Cluster* (Johnson & Wichern, 2007). Nesta monografia a Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada como método de estimação de cargas fatoriais da metodologia de Análise Fatorial (AF) que será descrita na seção a seguir.

6.2.2 A Análise Fatorial

O desenvolvimento tecnológico oriundo das descobertas científicas tem alavancado o próprio desenvolvimento científico, amplia em várias ordens de grandeza a capacidade de obter informações de acontecimentos e fenômenos que estão sendo analisados. Uma grande massa de informação deve ser processada antes de ser transformada em conhecimento. Portanto, cada vez mais necessita-se de ferramentas estatísticas que apresentem uma visão mais global do fenômeno que aquela possível numa abordagem univariada (www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/8741/8741_5.PDF). A Análise fatorial é dessas poderosas ferramentas e é um

nome genérico dado a uma classe de métodos estatísticos multivariados cujo propósito principal é definir a estrutura subjacente em uma matriz de dados. Neste caso, trata-se da análise fatorial exploratória, e como o próprio nome sugere, busca encontrar esses fatores subjacentes (Mingoti, 2005). É nesta abordagem que se desenvolve esta monografia. Há também a análise fatorial confirmatória na qual o usuário tem um modelo hipotético pré-estabelecido que deseja verificar se é aplicável ou consistente com os dados amostrais que dispõe (Mingoti, 2005; Hair et al., 2005). Em termos gerais, a análise fatorial analisa a estrutura das interrelações (correlações) entre um grande número de variáveis (por exemplo, escores de testes, itens de testes, respostas de questionários) e define um conjunto de dimensões latentes comuns, chamados fatores (Hair et al., 2005). O objetivo é encontrar um meio de condensar a informação contida em um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas, os fatores, com uma perda mínima de informação (Hair et al., 2005). À semelhança da análise de componentes principais, a análise fatorial tem como objetivo principal descrever a variabilidade original de um vetor aleatório X em termos de um número menor de m variáveis aleatórias chamadas de fatores comuns relacionadas com o vetor original X através de um modelo linear no qual parte da variabilidade de X é atribuída aos fatores comuns e o restante da variabilidade de X atribuída à variáveis não incluídas no modelo, ou seja, ao erro aleatório (Mingoti, 2005). Seu desenvolvimento se inicia no começo do século XX com as tentativas de Karl Pearson, Charles Spearman e outros para definir e medir a inteligência (Johnson & Wichern, 2007). Nessa área, a Psicologia, houve tentativas de ligar-se a inteligência à etnia (Mingoti, 2005), isto é ligar-se um fator a um atributo. O objetivo essencial da análise fatorial é descrever, se possível, a relação de covariância entre muitas variáveis em termos de algumas quantidades aleatórias subjacentes não observadas e chamadas de fatores. Pode ser considerada uma extensão da PCA pois ambas podem ser vistas como tentativas para aproximação da matriz de covariâncias. Entretanto, a aproximação baseada no modelo de análise fatorial é estatisticamente mais elaborado (Johnson & Wichern, 2007). Para ser aplicada e interpretados seus resultados, a Análise Fatorial requer entendimento claro de alguns termos-chave: (i) fator – é um agrupamento das variáveis originais; gera uma combinação linear das variáveis originais e representa as dimensões latentes ou constructos que resumem ou explicam o conjunto original

de variáveis observadas; (ii) carga fatorial – representa a correlação entre as variáveis originais e os fatores; ao quadrado, indica o percentual de variância de cada variável original explicada por um fator; (iii) autovalor – também conhecido como raiz latente, representa a quantidade de variância explicada pelo fator quando as cargas fatoriais são estimadas pelo método de componentes principais (iv) comunalidade – parcela da variância da variável original que é devida ao ajuste do modelo de Análise Fatorial; quanto maior seu valor melhor é a qualidade de ajuste para a respectiva variável. (v) variância específica – é a parcela da variância da variável original não explicada pelo ajuste do modelo fatorial e que está associada aos fatores não incluídos no modelo ajustado; (vi) escore fatorial – medida numérica composta criada para cada observação em cada fator extraído durante a análise fatorial (Hair et al. 2005). Os pesos fatoriais são usados em conjunto com os valores da variável original para calcular o escore de cada observação amostral. O escore fatorial pode ser utilizado para representar os fatores em análises subsequentes (Hair et al., 2005). Os pesos fatoriais usados na obtenção dos escores podem ser estimados por vários métodos sendo o mais comum o de mínimos quadrados ponderados (Johnson & Wichern, 2007). Nesta monografia, os escores obtidos serão utilizados como variáveis regressoras nos modelos de regressão múltipla nas análises que serão descritas nas seções 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3 e 6.3.4.

6.2.3 Análise Fatorial Ortogonal via matriz de correlação

Seja $X_{p \times 1}$ um vetor aleatório definido como:

$$X_{p \times 1} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \dots \\ \dots \\ X_{p-1} \\ X_p \end{bmatrix}$$

sendo $X_i, i = 1, 2, 3 \dots p$ as variáveis aleatórias de interesse.

O vetor de médias $\mu_{p \times 1}$ e a matriz de correlação $P_{p \times p}$ do vetor X são denotados por:

$$\mu_{p \times 1} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \\ \dots \\ \dots \\ \mu_{p-1} \\ \mu_p \end{bmatrix}; \quad P_{p \times p} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \rho_{1,3} & \dots & \dots & \rho_{1,p-1} & \rho_{1,p} \\ \rho_{2,1} & 1 & \rho_{2,3} & \dots & \dots & \rho_{2,p-1} & \rho_{2,p} \\ \rho_{3,1} & \rho_{3,2} & 1 & \dots & \dots & \rho_{3,p-1} & \rho_{3,p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{p-1,p} & \rho_{p-1,2} & \rho_{p-1,3} & \dots & \dots & 1 & \rho_{p-1,p} \\ \rho_{p,1} & \rho_{p,2} & \rho_{p,3} & \dots & \dots & \rho_{p,p-1} & 1 \end{bmatrix}$$

Seja $Z_i = [(X_i - \mu_i) / \sigma_i]$ a variável X_i padronizada sendo σ_i o desvio-padrão da variável X_i , $i=1, 2, 3 \dots p$

Seja $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_p)'$ o vetor aleatório contendo as variáveis X_i padronizadas

Se $Y_1 = e_1'Z, Y_2 = e_2'Z, \dots, Y_p = e_p'Z$ são componentes principais obtidas a partir da matriz de covariâncias do vetor Z , então define-se os coeficientes de correlação entre os componentes Y_i e as variáveis Z_k de acordo com a equação:

$$\rho_{Y_i, Z_k} = e_{ik} \sqrt{\lambda_i} \quad i, k = 1, 2, \dots, p$$

Os termos $(\lambda_1 e_1), (\lambda_2 e_2) \dots (\lambda_p e_p)$ são os pares de autovalores autovetores para a matriz de covariâncias do vetor aleatório Z , que é a matriz de correlação $P_{p \times p}$ das variáveis originais (Johnson & Wichern, 2007). O modelo de Análise Fatorial construído através das variáveis originais padronizadas relaciona linearmente as variáveis padronizadas Z_i a m -fatores comuns, a princípio desconhecidos.

As equações desse modelo são dadas por:

$$\begin{aligned} Z_1 &= \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \ell_{13}F_3 + \dots + \ell_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ Z_2 &= \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \ell_{23}F_3 + \dots + \ell_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ Z_3 &= \ell_{31}F_1 + \ell_{32}F_2 + \ell_{33}F_3 + \dots + \ell_{3m}F_m + \varepsilon_3 \\ &\dots = \dots + \dots + \dots + \dots + \dots \\ Z_p &= \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \ell_{p3}F_3 + \dots + \ell_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned}$$

Os termos ϵ_i representam os erros aleatórios. Os fatores F_i $i = 1, 2, 3, \dots, m$ são variáveis aleatórias com média zero e variância 1. Os erros aleatórios ϵ_i tem média zero e variância igual a ϕ_i , $i = 1, 2, 3, \dots, p$. Os fatores são não correlacionados entre si e são não correlacionados com os erros (resíduos). Os erros aleatórios são independentes. Em notação matricial o modelo de Análise Fatorial pode ser expresso como:

$$\mathbf{D}_{p \times p} \times (\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu}) = (\mathbf{L}_{p \times m}) \times (\mathbf{F}_{m \times 1}) + \boldsymbol{\epsilon}_{p \times p}$$

sendo:

$$\mathbf{D}_{p \times p} = \begin{bmatrix} 1/\sigma_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1/\sigma_2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1/\sigma_p \end{bmatrix}; \quad (\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu})_{p \times 1} = \begin{bmatrix} X_1 - \mu_1 \\ X_2 - \mu_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ X_p - \mu_p \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{L}_{p \times m} = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \cdots & l_{1m-1} & l_{1m} \\ l_{21} & l_{22} & \cdots & l_{2m-1} & l_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ l_{p-11} & l_{p-12} & \cdots & l_{p-1m-1} & l_{p-1m} \\ l_{p1} & l_{p2} & \cdots & l_{pm-1} & l_{pm} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{F}_{m \times 1} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_{m-1} \\ F_m \end{bmatrix}; \quad \boldsymbol{\epsilon}_{p \times 1} = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_{p-1} \\ \epsilon_p \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\Psi}_{p \times p} = \begin{bmatrix} \Psi_1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \Psi_2 & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \Psi_p \end{bmatrix}$$

Os *loadings* l_{ij} são as cargas fatoriais e representam as correlações das variáveis Z_i com os fatores F_j , $i = 1, 2 \dots p$, $j = 1, 2 \dots m$,

O valor de m é desconhecido e precisa ser estimado, assim como a composição dos fatores. No caso do modelo de Análise Fatorial ajustado para as variáveis

padronizadas para estimação de m utiliza-se o critério de Kaiser (1958) ou o de proporção explicada da variância total. No critério de Kaiser o valor de m deve ser estimado como o número de autovalores da matriz de correlação amostral que são maiores do que 1. A proporção de variância explicada pelo fator F_j , é dada por:

$$PVE(F_j) = \frac{\sum_{i=1}^p l_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p \text{Var}[Z_i]} = \frac{\sum_{i=1}^p l_{ij}^2}{p}$$

No caso em que o método de componentes principais é utilizado para estimação das cargas fatoriais tem-se a simplificação:

$$PVE(F_j) = \frac{\lambda_j}{p}$$

sendo λ_j o autovalor de ordem j da matriz de correlação amostral, $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$.

Nesse caso, uma estimativa do número de fatores m é o número de autovalores que representam certo percentual acumulado de variância total explicada, valor esse a ser determinado pelo pesquisador. Para estimação das cargas fatoriais pode ser usado o método dos componentes principais ou outro como o de máxima verossimilhança, apropriado para dados provenientes da distribuição normal multivariada. No método de componentes principais as cargas fatoriais do fator F_j , para cada variável Z_i , são as correlações que a componente principal de ordem j tem com as variáveis padronizadas Z_i que compõem a componente principal, $i=1,2,\dots,p$. O Fator é então composto pelas variáveis que tem maior correlação com a componente.

De um modo geral, a comunalidade da variável Z_i , $i=1,2,\dots,p$, é definida como:

$$h_i^2 = \sum_{j=1}^m l_{ij}^2$$

sendo a variância específica dada por:

$$\varphi_i = 1 - h_i^2$$

Quanto maiores os valores de comunalidade melhor é a qualidade de ajuste do modelo para a variável Z_i . Nesta monografia será utilizado o método dos componentes principais para estimação das cargas fatoriais iniciais.

A rotação ortogonal *Varimax* (Kaiser, 1958) foi utilizada como um recurso no caso em que as cargas fatoriais sem rotação indicavam certa correlação entre fatores ou não indicavam um agrupamento satisfatório de variáveis nos fatores. Lembrando que a rotação ortogonal não altera a qualidade de ajuste do modelo análise fatorial ortogonal obtido sem rotação.

6.2.4 Análise Fatorial aplicada ao banco de dados originais

Dos resultados da matriz de correlação amostral das 25 variáveis originais (Anexo 18 p.100) observa-se que: (i) a variável Altura (V1) não se correlaciona com as demais variáveis exceto com a variável Massa Total (V3); (ii) a variável Idade (V2) não se correlaciona com qualquer outra variável e portanto constitui uma variável isolada. A Tabela 9 (p.36) mostra os autovalores da matriz de correlação amostral obtidos pelo método dos componentes principais Pelo critério de Kaiser (1958), o número de *m* de fatores estimado foi igual a 3. Observa-se que o maior autovalor explica 60% da variância total e os três autovalores em conjunto explicam 81% da variância total do vetor aleatório *Z*.

Tabela 15 - Autovalores da matriz de correlação amostral

Autovalores	12,643	3,010	1,143	0,821	0,285	...,	0,005
Proporção de variância explicada	0,602	0,143	0,055	0,039	0,014	...,	0,000
Proporção de variância acumulada explicada	0,602	0,745	0,800	0,839	0,947	...,	1,000

Foi executada a análise fatorial ortogonal com os dados originais excluindo as variáveis Idade e Altura em razão de correlacionamento baixo ou nulo. Foi aplicado

o valor de $m = 3$ obtido pela regra de autovalores maiores que 1 (Kaiser, 1958). Apesar da rotação *Varimax* (Kaiser, 1958) realizada para melhorar a visualização das estimativas de cargas fatoriais apresentadas na Tabela 10 p.37, não ocorreu alta segregação entre os fatores, situação evidenciada pelas proximidades de valores dos fatores entre si o que sugere correlacionamentos indesejados entre fatores indicados com as seguintes variáveis (i) Quadril - (Fator 1 e Fator 2); (ii) Perímetros coxas posteriores direita e esquerda - (Fator 1 e Fator 2), (iii) Cintura - (Fator 1, Fator 2 e Fator 3), (iv) dobra cutânea peitoral - (Fator 1 e Fator 3). Considerando que uma das premissas do modelo de Análise Fatorial é a ortogonalidade entre os fatores, os resultados obtidos da Análise Fatorial aplicada sobre as variáveis originais e singelas - isto é, variáveis que não estão associadas a qualquer outra por qualquer operação ou meio, não satisfazem totalmente essa premissa. Pelo exposto, outra solução deverá ser investigada. Na Tabela 10 p.37 procurou-se evidenciar visualmente os valores próximos das cargas fatoriais abrigadas em fatores diferentes; verifica-se que o Fator 1 abrigou sem correlacionamentos os membros superiores, a perimetria torácica, a Massa Total e o Perímetro abdominal. De forma dúbia, incluiu no Fator 2 a perimetria do Quadril. O Fator 2, incluiu a dobra cutânea Coxa anterior e os membros inferiores; o Fator 3 acolheu sem correlacionamentos as duas dobras cutâneas infra diafragmáticas - abdominal e supraílica e as dobras supra diafragmáticas subescapular e axilar; por outro lado, perimetria infra diafragmática Cintura mostra valores próximos entre si de cargas fatoriais nos três fatores o que sugere correlacionamentos. Com evidências de correlacionamentos nos Fatores 1 e 3 surge a dobra cutânea supra diafragmática Peitoral. De forma geral, a rotação *Varimax* não melhorou a ortogonalidade dos três fatores e o modelo apresenta mistura entre os fatores de variáveis pertencentes aos membros superiores, inferiores, supra diafragmáticas e infradiafragmáticas. De modo sucinto, as variáveis V9 (Quadril), V14 (Coxa posterior direita), V15 (Coxa posterior esquerda) e V23 (Dobra cutânea Peitoral) apresentam correlacionamentos com os fatores 1 e 2; A variável V7 (Cintura) se correlaciona com os três fatores. O modelo obtido não atende às premissas de ortogonalidade e não correlacionamentos entre os fatores portanto remete à busca de novo caminho. A Tabela 10 p.37 evidencia esses fatos.

**Tabela 16 – Estimativas das Cargas Fatoriais com rotação *Varimax*,
Comunalidades e Variâncias Específicas
Variáveis singelas - Análise Fatorial com $m = 3$ fatores, (n=36)**

Variáveis	Codifi- cação	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade	Variância específica
Antebraço direito	V12	0,871	-0,330	0,047	0,869	0,131
Antebraço esquerdo	V13	0,858	-0,349	-0,067	0,862	0,138
Braço direito	V10	0,813	-0,435	0,202	0,890	0,110
Braço esquerdo	V11	0,810	-0,453	0,207	0,904	0,096
Tórax	V6	0,777	0,003	0,479	0,833	0,167
Massa Total	V3	0,759	-0,553	0,151	0,905	0,095
Ombro	V5	0,731	-0,321	0,286	0,719	0,281
Perímetro Abdominal	V8	0,716	-0,382	0,402	0,821	0,179
Quadril	V9	0,693	-0,643	0,128	0,909	0,091
DC Coxa anterior	V24	0,282	-0,822	-0,054	0,759	0,241
Panturrilha direita	V16	0,504	-0,763	0,132	0,854	0,146
Tríceps	V19	0,164	-0,752	0,336	0,706	0,294
Panturrilha esquerda	V17	0,560	-0,731	0,133	0,866	0,134
Perímetro coxa posterior direita	V14	0,612	-0,656	0,149	0,827	0,173
Perímetro coxa posterior esquerda	V15	0,635	-0,642	0,090	0,824	0,176
DC abdominal	V22	0,092	-0,156	0,887	0,820	0,180
DC Supraíliaca	V18	0,156	-0,009	0,838	0,727	0,273
DC Subescapular	V21	0,034	0,029	0,799	0,641	0,359
DC Axilar	V20	0,121	-0,202	0,789	0,678	0,322
Cintura	V7	0,555	-0,394	0,589	0,810	0,190
DC Peitoral	V23	0,504	-0,175	0,535	0,572	0,428
Proporção de variância total explicada		36,1	24,0	19,8	80,0	

FONTE: Anexos 11 p.37, 12 p.37, 13 p.37, 14 p.38-39, 15 p.46, 16 p.48, 17 p.50 (n=36)

6.2.5 Análise Fatorial aplicada às variáveis interoperadas

Combinações de dobras cutâneas, de perímetros corporais e diâmetros ósseos (Jackson et al., 1985) citados por Heyward (2004) foram caminhos trilhados por vários pesquisadores na literatura. Especialistas recomendam a inclusão de dobras cutâneas das regiões superior e inferior do corpo (Martin et al., 1985) citados por Heyward (2004).

Apoiados no fato de ser a antropometria um método de campo comum para medir a densidade corporal total (DCT), Behnke et al., (1974) e Brozek et al., (1951) foram os primeiros autores a utilizar resultados de antropometria e publicar equações de regressão com funções de predição de densidade corporal total (DCT). Posteriormente, numerosos investigadores têm publicado trabalhos com equações que utilizam combinações de dobras cutâneas e circunferências corporais (Jackson et al., 1978), criaram combinações entre medidas de dobras cutâneas e medidas perimétricas. Esta monografia segue esta vertente da literatura.

Da matriz de correlação amostral codificada (Anexo 18 p.52) extraiu-se a Tabela 11 p.37 que exhibe os P-Valores das correlações entre dobras cutâneas (DC) supra e infra diafragmáticas e dos membros – variáveis V18 a V25 e perímetros de variáveis supra e infra diafragmáticas – variáveis V5 a V9, variáveis essas codificadas de acordo com a Tabela 8 (p.36). Esses P-Valores variam de zero a 0,37. Verifica-se que a variável soma das dobras cutâneas (V23) se correlaciona fortemente com todas as variáveis supra e infra diafragmáticas (V5) a (V9), a dobra cutânea supra diafragmática subescapular (V21) não se correlaciona com variável supra diafragmática Ombro (V5) e pela sua posição com a variável infra diafragmática Quadril (V9) mas se correlaciona bem com Tórax (V6) e Cintura (V7), provavelmente pela influência de vizinhança. A Tabela 11 p.37 procura evidenciar esses correlacionamentos e tornar-se um ponto de apoio para a construção de novo caminho para submissão à Análise Fatorial.

Tabela 17 – Correlações entre as variáveis codificadas dobras cutâneas (DC) e medidas perimétricas supra e infra diafragmáticas -- (P-Valor)

Perimetrias	Codificação	Dobras cutâneas (DC)							
		Supra diafragmáticas		Infra diafragmáticas			Membros superiores e inferiores		Soma das DC's
		PT	Axi	SubEsc	SI	Abd	TRI	CxA	
<u>Supra diafragmáticas</u>		V23	V20	V21	V18	V22	V19	V24	V25
Ombro	V5	0,00	0,00	0,28	0,12	0,03	0,02	0,10	0,00
Tórax	V6	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,10	0,00
<u>Infra diafragmáticas</u>									
Cintura	V7	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Per Abd	V8	0,00	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Quadril	V9	0,00	0,05	0,37	0,34	0,14	0,00	0,00	0,00

Extraída do Anexo 18 – (p.100) - Matriz de correlação amostral das 25 variáveis originais codificadas – n = 36; Anexo 20 p.101-104 – Codificação das 25 variáveis originais.

As correlações indicadas na Tabela 17 p.50 e as posições das dobras cutâneas supra diafragmáticas, Peito (PT_DC), Subescapular (SbEsc_DC) e Axilar (Ax_DC) indicadas nas Figuras 4-A, 4-B, 4-C (p.27); as dobras cutâneas infra diafragmáticas suprailíca (SI_DC) e abdominal (Abd_DC) indicadas pelas figuras 4-D e 4-E (p.28); a dobra cutânea de membros superiores (TRI_DC) indicada na Figura indicada na Figura 4-F (p.28); a dobra cutânea de membros inferiores coxa anterior (CxA_DC) mostrada na Figura 4-H (p.29) foram consideradas os referenciais para construir-se os agregamentos formados entre as variáveis dobras cutâneas (DC) e as medidas perimétricas supra diafragmáticas – Ombro e Tórax (Figura 5, p.30) e medidas perimétricas infra diafragmáticas – Cintura, Abdome e Quadril, (Figura 5 p.30) pela associação ou sugestão de alguma afinidade ou proximidade regional corpórea.

Essas correlações, as posições das dobras cutâneas e as combinações de dobras cutâneas e circunferências corporais (Jackson et al., 1978), (Figura 5 - p.30) compõe o fio condutor teórico desta monografia para realizar a interoperação entre as variáveis dobras cutâneas e circunferências ou medidas perimétricas supra e infra

diafragmáticas. (Figura 5 p.30). Esses agregamentos constituíram novas variáveis denominadas variáveis interoperadas compostas pelas variáveis singelas. Vale dizer, uma nova variável interoperada passou a ser um aglomerado ordenado das variáveis singelas e pretendem explorar os correlacionamentos e possíveis afinidades entre as dobras cutâneas e as medidas perimetrais supra e infra diafragmáticas.

Os agregamentos reduziram as quantidades de variáveis a serem submetidas à Análise Fatorial mas não diminuíram ou excluíram quaisquer variáveis envolvidas na avaliação corporal dos indivíduos, isto é, os procedimentos de avaliação corporal na academia de ginástica permanecem inalterados.

A interoperação das variáveis singelas teve o propósito de obter-se a maior explicação possível pelos autovalores na execução da Análise dos Componentes Principais e maior discriminação possível entre os fatores e na variância na execução da Análise Fatorial.

Com base no referencial teórico exposto, nas codificações da Tabela 16 (p. 48), nas correlações da Tabela 17 (p. 50) juntamente com as posições das respectivas dobras cutâneas (i) supra diafragmáticas a saber, Peitoral (PT_DC), Axilar (Ax_DC) e Subescapular (SbEsc_DC) indicadas nas Figuras 4-A, 4-B e 4-C (p. 27), (ii) infra diafragmáticas – Supraílica (SI_DC) e Abdominal (Abd_DC) nas Figuras 4-D e 4-E (p. 28); (iii) dos membros superiores – Figura 4-F (p. 28); (iv) dos membros inferiores na Figura 4-I (p. 29) e Figura 5 p.30 foi elaborada a Tabela 18 (p.52) que apresenta a construção dos algoritmos das variáveis interoperadas

Os procedimentos adotados nesta monografia com respeito às combinações de circunferências ou perimetrias corporais com dobras cutâneas podem ser fonte de informação para especialistas da área desenvolver novos modelos.

Na Tabela 19 (p.52) tem-se os autovalores e proporção de variância explicada extraídos da matriz de correlação das variáveis interoperadas descritas na Tabela 18 (p.52) juntamente com as variáveis V3 (Massa total) e V9 (Quadril).

A Figura 6 (p.53) mostra o comportamento gráfico dos dois autovalores encontrados na Análise de Componentes Principais.

Tabela 18 – Algoritmos decodificados das variáveis interoperadas

VC1 =	(V5 (Ombro	+	V6) Tórax)	x	(V20 (DC Axilar	+	V23) + DC Peitoral)	
VC2 =	(V7 (Cintura	+	V8) Per. Abdome)	x x	(V18 (DC Suprailíaca	+	V19 + DC Tríceps	+ V22) + DC Abdom.)
VC3 =	(V10 (Braço dir	+	V11) Braço esq.)					
VC4 =	(V12 (Antebr.dir	+	V13) Antebr. esq)					
VC5 =	(V14 (Coxa post dir	+	V15) Coxa post esq)					
VC6 =	(V16 (Panturrilha dir	+	V17) Panturrilha esq)					
VC7 =	(V25 (Soma DC	-	V21) DC subescap.)					

FONTES: Extraída do Anexo 18 – (p.100) - Matriz de correlação amostral das 25 variáveis originais codificadas – n = 36; Anexo 20 p.101-104 – Codificação das 25 variáveis originais

As variáveis singelas Massa Total (V3) e Quadril (V9) juntamente com as variáveis interoperadas VC1 a VC7 (Tabela 12 p.xx) padronizadas, formam o novo conjunto de variáveis a ser submetido a Análise Fatorial sendo utilizado o método de componentes principais para estimação das cargas fatoriais.

Tabela 19 - Análise dos Componentes Principais sobre as variáveis singelas Massa Total e Quadril com as variáveis interoperadas VC1 a VC7 (Tabela 12)**Autovalores para determinação do valor de *m***

Autovalores	6,451	1,421	0,371	0,320	0,180	0,125	0,068	0,049	0,016
Proporção de variância total	0,717	0,158	0,041	0,036	0,020	0,014	0,008	0,005	0,002
Variância total explicada	0,717	0,875	0,916	0,951	0,971	0,985	0,993	0,998	1,000

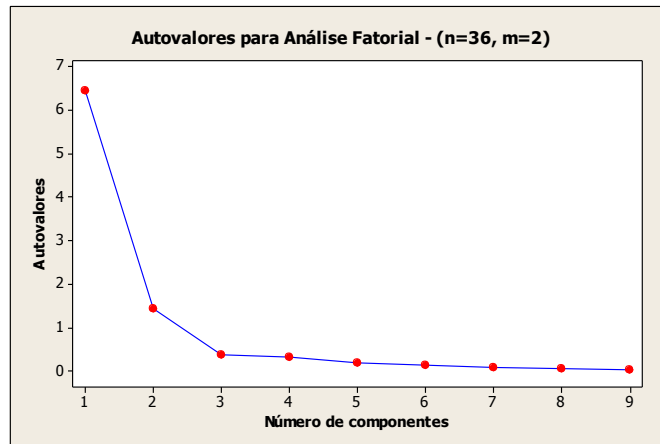


Figura 6 – Autovalores para Análise Fatorial

Considerando os valores apresentados na Tabela 19 (p.52) e Figura 6 (p.53) estima-se o número de fatores pelo critério de Kaiser (1958) com $m = 2$, constituídos por dois autovalores que explicam 87,5% da proporção de variância total. A execução da análise fatorial sem rotação apresentou baixa discriminação entre os fatores conforme mostrado na Tabela 20 (p.53), já que todas as variáveis se encontram agrupadas num único fator (F_1) e algumas variáveis tem alta correlação com mais de um fator, algo que não satisfaz a premissa de ortogonalidade do ajuste do modelo de análise fatorial ortogonal.

Tabela 20 – Estimativas de Cargas Fatoriais das variáveis Massa Total e Quadril com as variáveis interoperadas, Comunalidades e Variâncias específicas, sem rotação - Análise Fatorial com $m = 2$

Variáveis		Fator1	Fator2	Comunalidades	Variâncias específicas
Massa total	V3	0,922	0,235	0,904	0,096
Variáveis interoperadas	VC1	0,726	-0,533	0,810	0,190
	VC2	0,730	-0,609	0,905	0,095
Quadril	V9	0,924	0,264	0,923	0,077
	VC3	0,929	0,145	0,884	0,116
Variáveis interoperadas	VC4	0,831	0,368	0,826	0,174
	VC5	0,876	0,268	0,838	0,162
	VC6	0,872	0,198	0,800	0,200
	VC7	0,779	-0,611	0,980	0,020
Proporção de variância total explicada		0,717	0,158	0,875	

Como a solução da análise fatorial sem rotação não produziu discriminação satisfatória entre os fatores, foi realizada a análise fatorial com a rotação *Varimax* (Kaiser, 1958) que resultou em alta discriminação fatorial conforme Tabela 21 (p.54). Os escores dos dois fatores (SC1) e SC2) obtidos nesta análise serão utilizados como variáveis regressoras na análise que será apresentada na seção 6.3.2 e estão apresentados na Tabela 21 (p.54)

Tabela 21 – Estimativas de Cargas Fatoriais das variáveis Massa Total e Quadril com as variáveis interoperadas (VC), Comunalidades e Variâncias específicas, com rotação *Varimax* - Análise Fatorial com $m = 2$

Variáveis	Codificação	Fator 1	Fator 2	Comunalidades	Variâncias específicas
Quadril	V9	0,913	-0,301	0,923	0,077
Massa Total	V3	0,894	-0,324	0,904	0,096
	VC4	0,894	-0,162	0,826	0,174
Ver Tabela 12	VC5	0,875	-0,271	0,838	0,162
Algoritmos e	VC3	0,850	-0,402	0,884	0,116
codificação das	VC6	0,833	-0,327	0,800	0,200
variáveis	VC7	0,301	-0,943	0,980	0,020
interoperadas	VC2	0,262	-0,914	0,905	0,095
(p. 46)	VC1	0,301	-0,848	0,810	0,190
Proporção de variância total explicada		0,540	0,334	0,875	

O Fator 1 reuniu a variável infra diafragmática (i) Quadril (V3), (ii) Massa Total (V9) e as variáveis interoperadas de acordo com a Tabela 21 (p. 54), a saber: (iii) soma dos perímetros dos antebraços (VC4), (iv) soma dos perímetros das coxas posteriores (VC5), (v) soma dos perímetros dos braços (VC3) e (vi) soma dos perímetros das panturrilhas (VC6).

O Fator 2 compôs-se estritamente de variáveis interoperadas conforme Tabela 12 (p. xx) e são as seguintes: (i) diferença entre a soma total das dobras cutâneas e a dobra cutânea subescapular (VC7), (ii) soma do perímetro da cintura com o perímetro abdominal ponderada pela soma das dobras cutâneas (DC) suprailíaca,

tríceps e abdominal (VC2) (iii) soma das medidas perimetrais de ombros e tórax ponderada pela soma das dobras cutâneas (DC) axilar e peitoral.

A análise fatorial ortogonal atingiu seus objetivos ao produzir alta explicação da variância total, expressiva redução da quantidade de fatores ($m < p$) (Kaiser, 1958) em relação às variáveis, $m = 2$; $p = 9$ e não correlacionamento entre os fatores resultantes.

As comunalidades são estimativas da variância compartilhada ou variância comum entre as variáveis e fatores (Hair, 2006).

O modelo de Análise Fatorial ajustado às variáveis interoperadas juntamente com as variáveis Quadril e Massa Total produziu elevadas comunalidades e consequentemente as parcelas referentes à variância específica se mostram adequadas. Assim, fatores não correlacionados, bom percentual de variância total explicada e comunalidades altas sinalizam ajuste adequado do modelo.

6.3 Análise de Regressão

A Análise de Regressão pode ser utilizada para avaliar o efeito de variáveis preditoras sobre as variáveis de respostas. O nome regressão, cunhado por Francis Galton, infelizmente não reflete a importância ou a amplitude de aplicação desta metodologia (Johnson & Wichern, 2007).

A análise de regressão é a metodologia estatística utilizada para relacionar valores de uma ou mais variáveis de resposta (dependente) a partir de um conjunto de valores das variáveis preditoras (independentes). É uma técnica estatística utilizada para modelar e investigar relações entre duas ou mais variáveis.

Frequentemente observa-se comportamentos de processos sobre os quais há presumivelmente alguma relação entre seus componentes. Um diagrama de dispersão pode sugerir qual é esse relacionamento, por exemplo, sobre uma linha reta. Por conseguinte, é provável considerar que a média da variável-resposta Y

esteja relacionada às variáveis preditoras X_i , $i = 1, 2 \dots k$ através de um modelo linear da forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon$$

Os parâmetros β_0 e β_j , $j = 1, 2, 3 \dots k$ são usualmente chamados de coeficientes de regressão. Os erros ϵ são independentes com média zero e variância σ^2 ; o valor esperado de Y condicionado quando os valores de $x_1, x_2, \dots x_k$ são fixos (conhecidos) é dado por

$$E[Y | X] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

Os parâmetros do modelo de regressão são estimados por métodos estatísticos como o dos Mínimos Quadrados. Em geral tem-se como premissa que os resíduos ϵ_i , $i = 1, 2, 3, \dots n$, tenham distribuição normal, sendo n o tamanho da amostra ou seja, o número de observações amostrais de Y (Montgomery & Runger, 2009).

6.3.1 Seleção das variáveis regressoras e a variável-resposta

As variáveis originais Z_Altura (altura padronizada) e Z_Idade (Idade padronizada) tem baixa ou nenhuma correlação com as demais variáveis originais, fato esse evidenciado pela análise do correlacionamento dessas variáveis na matriz de correlação amostral codificada – Anexo 20 (p.101-104).

Em razão desse fato serão utilizadas como variáveis regressoras juntamente com os dois escores fatoriais SC1 e SC2 gerados na Análise Fatorial das variáveis indicadas Tabela 23 (p.59). A variável-resposta será o percentual de Massa Gorda Corporal $\%(MGC)_{Akad}$ (Tabela 23 – p.59). A regressão será executada entre o conjunto de variáveis regressoras composto pelas duas variáveis padronizadas Z_Altura e Z_Idade e pelos dois escores Sc1, Sc2, contra a variável-resposta $\%(MGC)_{Akad}$, (Tabela 23 – p.59).

Será ajustado um modelo de regressão linear múltipla com a utilização exclusiva dos escores fatoriais SC1 e SC2 como variáveis regressoras contra a mesma variável-resposta utilizada no primeiro ajuste, isto é, a variável $\%(MGC)_{Akad}$ (Tabela 23 – p.59). Os resultados das estatísticas de ajuste dos dois modelos serão comparados como decisoras de qual modelo considerar. É importante ressaltar que os escores SC1 e SC2 são padronizados ou seja, tem média zero e variância 1.

6.3.2 Ajuste de modelos de regressão linear múltipla com n = 36

Os dados da variável Massa Gorda Corporal $\%(MGC)$ (Tabela 23 p.59) constitui a variável-resposta da regressão juntamente com os dois escores como variáveis regressoras resultantes da análise fatorial realizado nesta monografia.

A variável-resposta foi obtida através de *software on line* de avaliação corporal de dois componentes utilizado pela Academia de Ginástica disponível em http://sistemas.microuniversity.com.br/portal/interna.php?conteudo_pagina=15, produto Micro Physique; segundo o desenvolvedor é um “Sistema voltado para avaliação funcional, capaz de fazer comparativos de avaliações com foto. Utiliza diversos protocolos e permite que o usuário inclua outros diferentes. Trabalha também com análise postural, fazendo resumo de percentual de gordura, volume e perimetria. Gera anamnese completa do cliente”. Ressalte-se que as referências apresentadas são as únicas disponíveis.

A literatura estabelece níveis recomendados de gordura corporal relativa para adultos, crianças e adultos fisicamente ativos, mas esta monografia se restringe à indivíduos femininos na faixa etária de 18 a 34 anos incluídas na categoria Mulheres Fisicamente Ativas – (MFA), (ver Tabela 1 – p.30).

Entretanto, as estatísticas referentes à percentagem de Massa Gorda Corporal calculada pelo sistema utilizado pela academia de ginástica expõe média maior (Tabela 22 – p.58) do que a recomendada pela literatura. Explicações possíveis para essa diferença podem ser elencadas mas uma das que mais sobressai mas carece de comprovação refere-se à miscigenação da população brasileira contra a segregações genômicas do Hemisfério Norte – origem dos modelos e das amostras

populacionais. Entretanto, não é propósito desta monografia responder a esta pergunta mas sim estimular pesquisas interdisciplinares para responder a esta e a outras possíveis perguntas.

Tabela 22 – Estatísticas descritivas da variável-resposta percentual de Massa Gorda Corporal calculado pelo sistema utilizado pela academia de ginástica (n=36)

Variável	Média	Desvio padrão	Coeficiente de Variação	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	P-Valor
%(MGC)Akad	0,243	0,047	19,34	0,213	0,253	0,274	0,272

FONTE: Tabela 16

As percentagens de Massa Gorda Corporal %(MGC) (Tabela 16 - p.xx) calculada pelo modelo vigente na Academia de ginástica será utilizada como variável-resposta nas regressões a serem executadas.

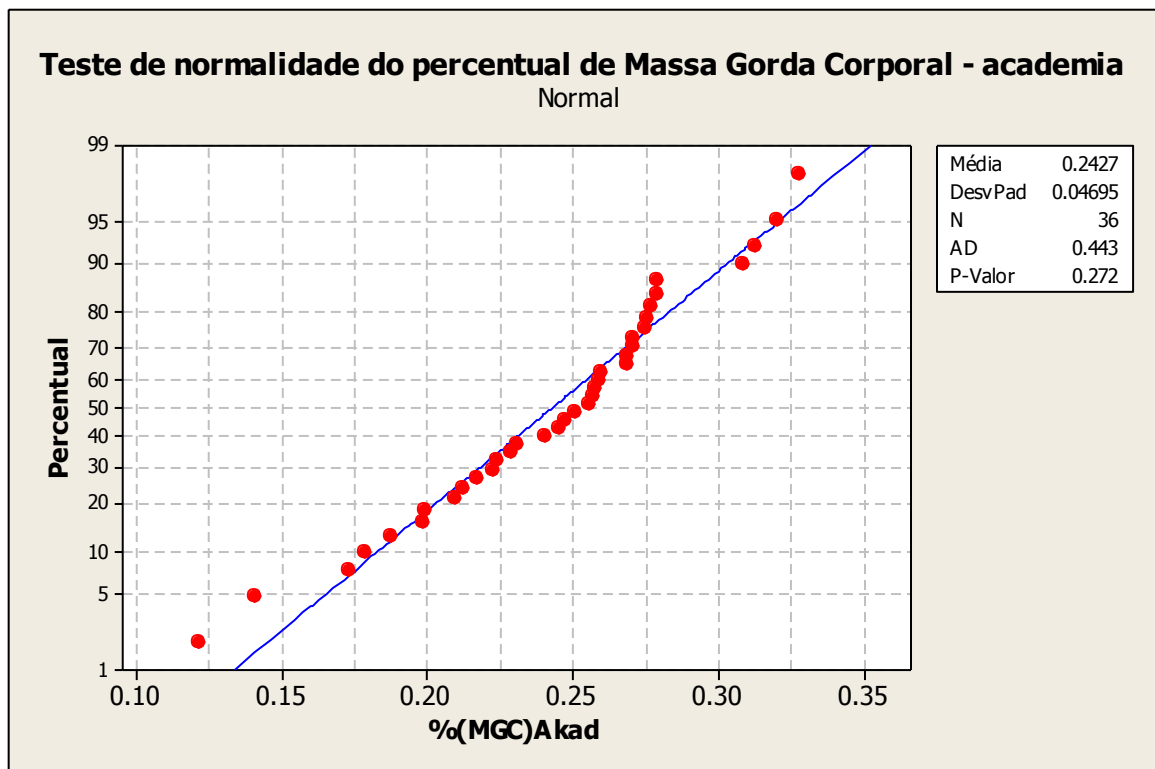


Gráfico 2 – Verificação de normalidade da variável %(MGC)_Akademia – n = 36

Tabela 23 – Regressões Lineares Múltiplas: Variáveis regressoras (Z_Altura, Z_Idade, SC1 e SC2) e Variável-Resposta $\%(MGC)_{Akad}$ - (n=36)

n	Z_Altura	Z_Idade	SC1	SC2	$\%(MGC)_{Akad}$
1	-0,210	-1,751	-0,750	0,428	0,222
2	1,394	-1,522	0,072	2,090	0,141
3	0,248	-1,292	-0,027	-2,262	0,328
4	-0,897	-1,292	-0,085	0,305	0,223
5	-0,439	-1,063	-0,379	-0,669	0,276
6	-0,439	-1,063	-0,909	-0,913	0,268
7	-0,439	-0,834	-0,515	0,517	0,217
8	-0,668	-0,834	0,697	-0,209	0,259
9	-0,668	-0,834	-0,156	-0,389	0,257
10	-0,668	-0,834	-0,088	-0,423	0,255
11	-1,356	-0,834	0,044	-1,335	0,308
12	-1,356	-0,834	-1,440	1,757	0,121
13	-0,668	-0,605	0,419	0,418	0,231
14	0,936	-0,376	0,674	0,885	0,209
15	1,623	-0,146	0,510	-0,718	0,276
16	0,706	-0,146	1,591	0,045	0,257
17	0,248	-0,146	1,829	-1,403	0,312
18	-0,439	-0,146	-1,764	0,897	0,187
19	-0,668	-0,146	-0,735	-0,198	0,268
20	-0,897	-0,146	0,891	1,380	0,199
21	1,852	0,083	-0,741	0,718	0,212
22	0,936	0,083	-0,073	-0,325	0,259
23	-0,210	0,083	-0,644	1,146	0,178
24	1,852	0,312	0,585	0,102	0,240
25	-0,439	0,541	-0,836	0,682	0,198
26	0,936	0,770	1,603	-0,071	0,271
27	-0,897	0,770	-0,069	1,342	0,173
28	-1,126	0,770	-0,125	-0,036	0,247
29	0,706	1,000	0,414	-1,721	0,320
30	0,019	1,229	-0,326	0,350	0,228
31	-0,439	1,229	-2,033	-1,419	0,279
32	-0,439	1,229	-2,033	-1,419	0,279
33	0,019	1,458	0,938	0,462	0,251
34	2,081	1,687	1,839	0,663	0,245
35	1,394	1,687	1,385	-0,195	0,275
36	-1,585	1,916	0,237	-0,483	0,270

6.3.3 Estimação do Modelo de regressão com quatro variáveis regressoras Z_Altura, Z_Idade, Escore 1 (SC1) e Escore 2 (SC2) contra Variável-resposta %(MGC)Akad (n= 36)

Regressão 1

A equação estimada da regressão linear múltipla é:

$$(VR_r) = 0,243 - 0,0009 (VR_{e1}) + 0,00269 (VR_{e2}) + 0,0125 (VR_{e3}) - 0,0440 (VR_{e4})$$

De acordo com os termos da equação de regressão as variáveis são as seguintes:

Termos da equação	Variáveis	Termos da equação	Variáveis
(VR_r)	$\%(MGC)_{Akad}$	(VR_{e3})	SC1
(VR_{e1})	Z_Altura	(VR_{e4})	SC2
(VR_{e2})	Z_Idade		

Tabela 24 - Estatísticas do Ajuste do Modelo da regressão múltipla com quatro variáveis regressoras – (n = 36)

Variáveis Preditoras	Coefficiente	Erro-padrão	T	P	VIF
Intercepto	0,242741	0,001594	152,29	0,000	
Z_Altura	-0,000188	0,001813	-0,10	0,918	1,258
Z_Idade	0,002632	0,001662	1,58	0,123	1,056
SC1	0,012473	0,001806	6,91	0,000	1,248
SC2	-0,043947	0,001626	-27,04	0,000	1,011

Alguns valores de estatísticas gerais do ajuste são:

Erro padrão da regressão = 0,00956370;

$R^2 = 96,3\%$;

R^2 (ajustado) = 95,9%;

R^2 (preditoras) = 94,93%;

Previsão de soma dos quadrados (PRESS) = 0,00390847;

Fator de Inflação de Variância (VIF)

VIF = 1 – Preditoras não correlacionadas (desejado)

$1 < VIF < 5$ – Preditoras moderadamente correlacionadas (aceitável)

$VIF > 5$ a 10 – Preditoras altamente correlacionadas (não desejado)

Tabela 25 – Estatísticas da Análise de variância do ajuste do Modelo de Regressão com quatro variáveis regressoras (n = 36)

Fonte	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Regressão	4	0,074323	0,018581	203,15	0,000
Erro residual	31	0,002835	0,000091		
Total	35	0,077159			

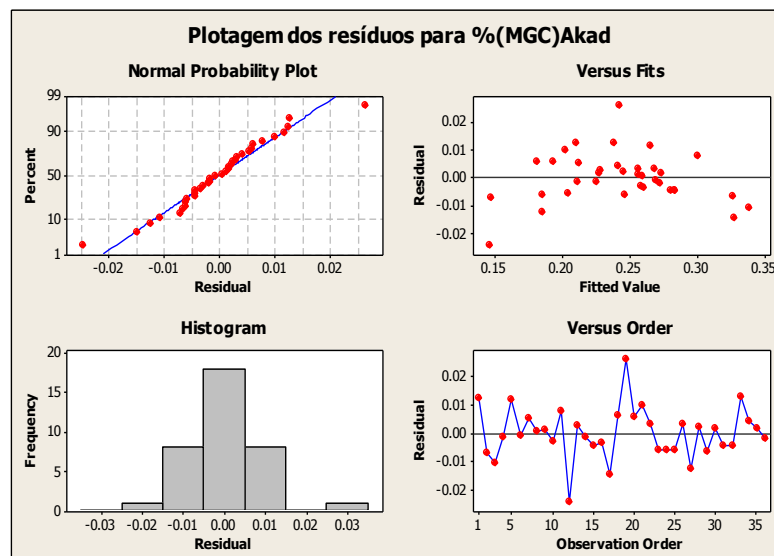


Gráfico 2 – Síntese dos resultados da análise de resíduos do modelo de regressão ajustado com quatro variáveis regressoras (n = 36)

Os dados da variável $\%(MGC)_{Akad}$ exibem alguma não linearidade porém mantém-se na faixa de normalidade. O resíduos em grande parte sugerem acompanhar uma reta mas deixam transparecer comportamento não linear que pode ser verificado no gráfico de dispersão; o histograma correspondente apresenta descontinuidade em uma classe (Gráficos 2 - p.61, 3 p.62). A dispersão dos resíduos contra a variável $\%(MGC)_{Akad}$ sugere a introdução de possível componente quadrático.

Os escores calculados na Análise Fatorial (SC1 e SC2) foram significativos no modelo ajustado. Entretanto, as variáveis Idade e Altura, não tiveram significação no ajuste do modelo, provavelmente por trabalhar-se com uma faixa etária específica, isto é, de 18 a 34 anos; quanto à variável Altura, fato semelhante pode ser

considerado em razão do intervalo das alturas das mulheres guardar alguma especificidade.

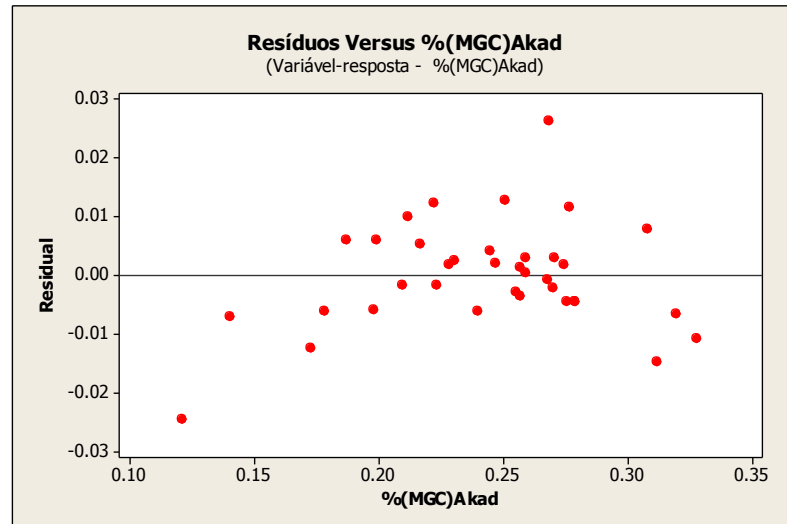


Gráfico 3 – Dispersão dos resíduos com quatro variáveis regressoras contra variável-resposta $\%(MGC)_{Akad}$ – (n = 36)

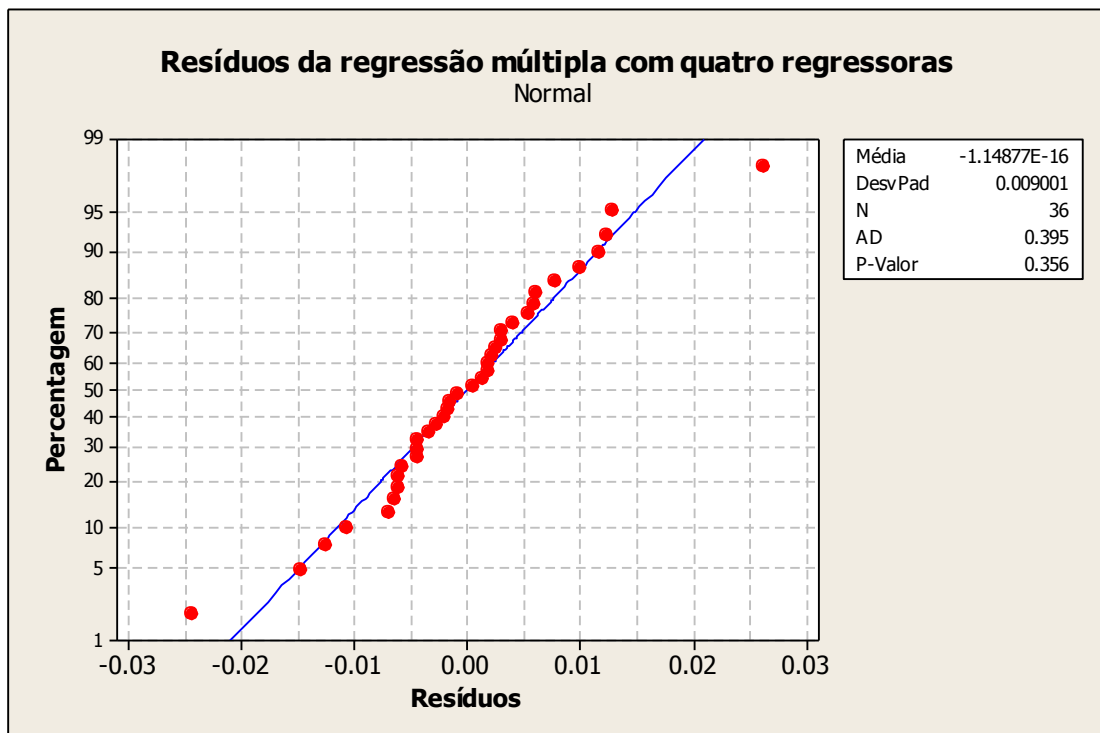


Gráfico 4 – Estatísticas descritivas dos resíduos com quatro variáveis regressoras contra a variável $\%(MGC)_{Akad}$ – (n = 36)

6.3.4 A Estimação do Modelo de regressão com duas variáveis regressoras Escore 1 (SC1) e Escore 2 (SC2) contra a Variável-resposta $\%(MGC)_{Akad}$ (n=36)

Regressão 2

A equação estimada da regressão linear múltipla é:

$$\%(MGC)_{Akad} = 0,243 + 0,0129 Sc1 - 0,0442 Sc2$$

Tabela 26 – Estatísticas do Ajuste do Modelo da regressão com duas variáveis regressoras – (n = 36)

Variáveis preditoras	Coeficiente	Erro padrão	T	P	VIF
Intercepto	0,242749	0,001600	151,71	0,000	
Sc1	0,012918	0,001623	7,96	0,000	1,0
Sc2	-0,044231	0,001623	-27,26	0,000	1,0

Alguns valores de estatística gerais do ajuste são:

Erro padrão da regressão = 0,00960047;

$R^2 = 96,1\%$;

R^2 (ajustado) = 96,1%;

R^2 (preditoras) = 95,01%;

Previsão de soma dos quadrados (PRESS) = 0,00385622;

Fator de Inflação de Variância (VIF)

VIF = 1 – Preditoras não correlacionadas (desejado)

$1 < VIF < 5$ – Preditoras moderadamente correlacionadas (aceitável)

$VIF > 5$ a 10 – Preditoras altamente correlacionadas (não desejado)

Tabela 27 – Estatísticas da Análise de variância do ajuste do Modelo de Regressão com duas variáveis regressoras – (n = 36)

Fonte	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Regressão	2	0,074307	0,037154	403,10	0,000
Erro residual	33	0,003042	0,000092		
Total	35	0,077349			

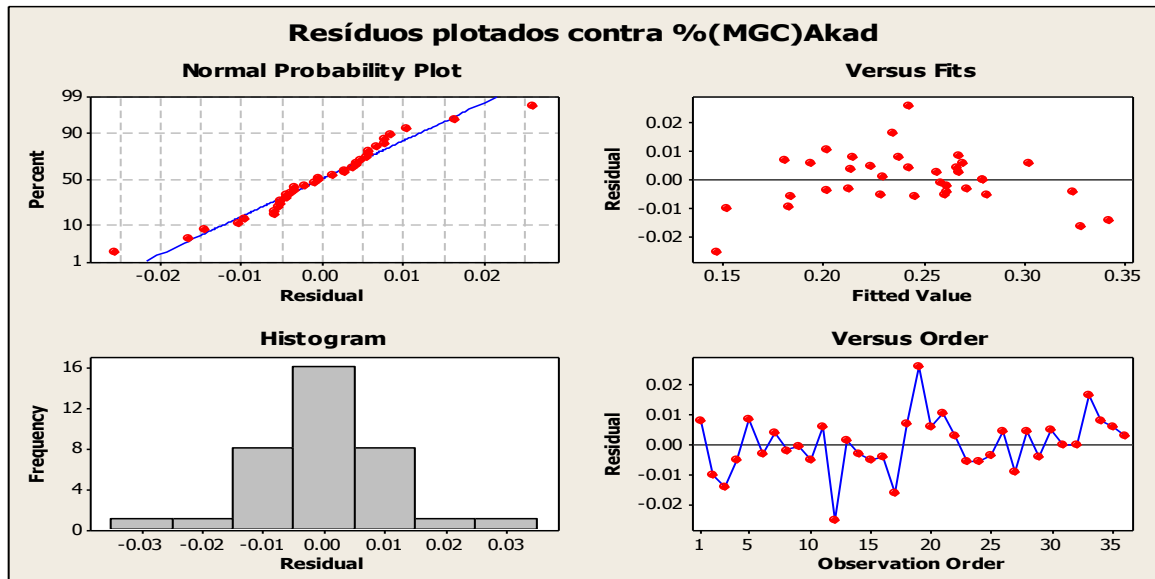


Gráfico 5 – Síntese dos resultados da análise de resíduos do modelo de regressão ajustado com duas variáveis regressoras – (n = 36)

O espalhamento dos resíduos em grande parte sugerem acompanhar uma reta com inclinação positiva mas deixam transparecer um certo comportamento não linear que pode ser verificado no gráfico de dispersão; em contrapartida, o histograma correspondente apresenta-se contínuo e com elevada sugestão de normalidade (Gráficos 5, 6 p.64).

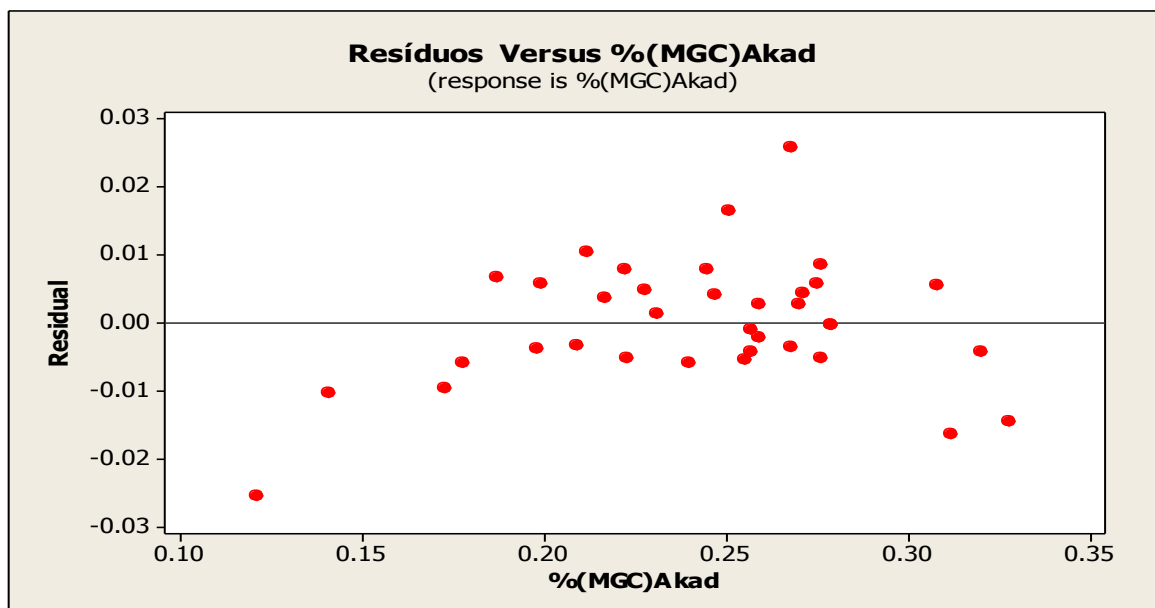


Gráfico 6 – Dispersão dos resíduos com duas variáveis regressoras contra a variável %(MGC)_{Akad} – (n = 36)

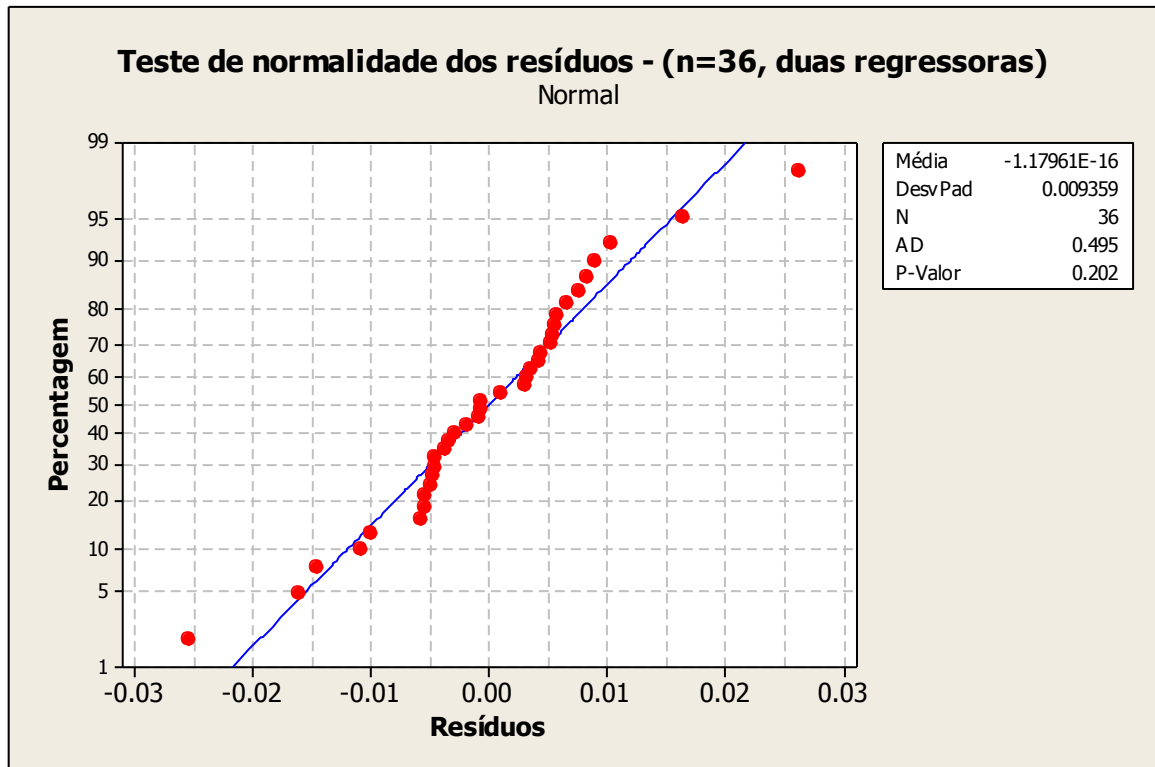


Gráfico 7 – Estatísticas descritivas dos testes de normalidade dos resíduos com duas variáveis regressoras contra a variável $\%(MGC)_{Akad}$ – (n = 36)

Tabela 28 - Sumarização das estatísticas das regressões múltiplas ajustadas (n=36)

Estatísticas	Variáveis	Regressão com quatro variáveis	Regressão com duas variáveis	Observações
Erro padrão	Intercepto	0,0016	0,0016	
	Z_Altura	0,0018		
	Z_Idade	0,0017		
	SC1	0,0018	0,0016	
	SC2	0,0016	0,0016	
T	Intercepto	152,29	151,71	
	Z_Altura	-0,10		
	Z_Idade	1,58		
	SC1	6,91	7,96	
	SC2	-27,04	-27,26	

Continua

Continuação Tabela 28

Estatísticas	Variáveis	Regressão com quatro variáveis	Regressão com duas variáveis	Observações
P	Intercepto	0,000	0,000	
	Z_Altura	0,918		
	Z_Idade	0,123		
	SC1	0,000	0,000	
	SC2	0,000	0,000	
	Regressão	0,000	0,000	
VIF (Fator de Inflação de Variância)	Intercepto			
	Z_Altura	1,26		
	Z_Idade	1,06		
	SC1	1,25	1,0	
	SC2	1,01	1,0	
F		203,1	403,1	
PRESS(*)		0,004	0,004	
R ²		96,3%	96,1%	
R ² (ajustado)		95,9%	96,1%	
R ² (preditoras)		94,9%	95,0%	
Erro padrão da regressão		0,0096	0,0096	
Soma dos quadrados		0,0743	0,0743	
Quadrados médios		0,00009	0,03715	
Coeficientes	Intercepto	0,243	0,243	
	Z_Altura	-0,0002		
	Z_Idade	0,0026		
	SC1	0,0125	0,0129	
	SC2	-0,0439	-0,0442	

(*) Previsão de soma dos quadrados

6.3.5 Análises dos ajustes das duas equações de regressão múltipla obtidas com n = 36

Foram produzidas duas equações de regressão múltipla com n=36. A primeira teve como regressoras as variáveis padronizadas Altura e Idade por apresentarem baixa ou nenhuma correlação e os escores fatoriais obtidos na Análise Fatorial. Por trabalhar-se com uma faixa etária específica, isto é, de 18 a 34 anos, é provável que esse fato explique a não significação dessa variável para o ajuste do modelo. Quanto à Altura, fato semelhante possa ser considerado em razão do intervalo das alturas das mulheres guardar alguma especificidade. Na segunda equação foram excluídas as variáveis Altura e Idade e utilizados exclusivamente como variáveis regressoras os escores fatoriais (SC1) e (SC2) utilizados na primeira. Em ambas, a variável-resposta foi a mesma, $\%(MGC)_{Akad}$. De acordo com as estatísticas sumarizadas, no geral os dois modelos encontrados se equivalem. Os valores do Fator de Inflação de Variância (VIF) para o modelo com quatro variáveis sugerem moderada correlação, circunstância essa que não favorece esse modelo. O modelo com duas variáveis regressoras analisada pela mesma estatística – o Fator de Inflação de Variância (VIF) aponta não haver correlação para as variáveis preditoras, estatística que favorece este modelo. As estatísticas R^2 , R^2 ajustado e R^2 preditoras são consistentes em favor do modelo com duas preditoras. O modelo de dois preditores tem como vantagem sobre a primeira a parcimônia, qualidade tão cara à formulação de qualquer modelo estatístico. Os argumentos expostos permitem concluir pela escolha do modelo de regressão múltipla com duas variáveis preditoras que se mostra adequado para representar um modelo de dois componentes de avaliação corporal de modelo estatístico predictor de Massa Gorda Corporal relativa em mulheres de 18 a 34 anos com n=36.

6.3.6 Ajuste de modelo de regressão linear múltipla com n = 48

Na seção 6.2.5 – Análise Fatorial aplicada às variáveis interoperadas trabalhou-se com o banco de dados constituído por 36 variáveis dado que foram excluídos 12 registros por conterem pontos discrepantes. Em prosseguimento, esta monografia aplicará a Análise Fatorial sobre o banco de dados completo, isto é com as 48 variáveis disponíveis e referentes à faixa etária de 18 a 34 anos. O processamento

dessas 48 variáveis seguirá o mesmo caminho apontado pelo suporte da literatura na qual combinações de dobras cutâneas, de perímetros corporais e diâmetros ósseos (Jackson et al., 1985) citados por Heyward (2004) foram caminhos trilhados por vários pesquisadores na literatura. Especialistas recomendam a inclusão de dobras cutâneas das regiões superior e inferior do corpo (Martin et al., 1985) citados por Heyward (2004). Apoiados no fato de ser a antropometria um método de campo comum para medir a densidade corporal total (DCT), Behnke et al., (1974) e Brozek et al., (1951) foram os primeiros autores a utilizar resultados de antropometria e publicar equações de regressão com funções de predição de densidade corporal total (DCT). Posteriormente, numerosos investigadores têm publicado trabalhos com equações que utilizam combinações de dobras cutâneas e circunferências corporais (Jackson et al., 1978), criaram combinações entre medidas de dobras cutâneas e medidas perimétricas. Esta etapa desta monografia segue esta vertente da literatura, explorará o banco de dados por abordagem semelhante à empregada na Análise Fatorial na seção 6.2.5 mas pretende utilizar com maior aproveitamento as relações entre as circunferências ou perimetrias corporais e as dobras cutâneas alocadas à cada região corporal. Todas as variáveis serão objeto de estatísticas descritivas, e como aperfeiçoamento da Análise Fatorial desenvolvida como a amostra constituída por 36 registros, será aplicada a estatística Shapiro-Wilks (W) e seu respectivo P-Valor, mais apropriada para testes de normalidade em pequenas amostras em lugar da estatística Anderson-Darling utilizada anteriormente. Para facilitar a compreensão da natureza das variáveis e melhorar a abordagem das análises resultantes das estatísticas descritivas, o banco de dados constante do Anexo 1 partes 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 p.87-90) composto de 48 registros e 25 variáveis foi agrupado nos seguintes conjuntos de variáveis indicadas nas respectivas tabelas: (i) Idade, Altura, Massa Gorda e Massa Total (Tabela 29 p.69 Figura 5 p.30); (ii) medidas perimétricas supra diafragmáticas (Tabela 30 – p.69); (iii) medidas perimétricas infra diafragmáticas (Tabela 31 p.70) (iv) medidas perimétricas dos membros superiores (Tabela 32 p.70), (v) medidas perimétricas dos membros inferiores (Tabela 33 p.71); (vi) medidas das dobras cutâneas supra diafragmáticas (Tabela 34 p.71 Figuras 4-A, 4-B, 4-C p.27; medidas das dobras cutâneas infra diafragmáticas (Tabela 35 p.72, Figuras 4-D, 4-E p.28; medida da dobra cutânea dos membros superiores e inferiores (Tabela 36 p.72, Figura 4-F p.28, Figura 4-H e 4-I p.29.

Tabela 29 - Estatísticas descritivas das variáveis Altura (cm), Idade (anos), Massa Total (kg), Massa Gorda Corporal (kg), Percentagem de Massa Gorda Corporal – (n = 48)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Altura	165,52	6,61	3,99	162,00	164,00	169,75	0,941	0,017
Idade	25,85	4,76	18,42	22,00	25,50	29,75	0,948	0,033
Massa total	62,47	11,98	19,18	54,02	59,85	68,50	0,895	0,000
Massa Gorda Corporal	16,83	7,63	45,34	12,30	14,90	18,58	0,830	6,731 ⁻⁶
Percentagem de Massa Gorda Corporal	26,00	0,06	24,99	0,22	0,26	0,30	0,970	0,264

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

Tabela 30 - Estatísticas descritivas das variáveis supra diafragmáticas Ombro, Tórax – unidade de medida cm – (n = 48)

Perímetro	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Ombro	103,58	7,63	7,36	98,25	104,00	106,75	0,920	0,003
Tórax	87,94	7,99	9,09	83,00	87,50	92,38	0,901	0,001

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

**Tabela 31 - Estatísticas descritivas das variáveis infra diafragmáticas
Cintura, Abdome, Quadril – unidade de medida cm - (n = 48)**

Perímetros (cm)	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Cintura	72,97	9,13	12,52	67,50	71,00	75,75	0,772	3,277 ⁻⁷
Abdome	82,93	10,78	13,00	75,50	81,50	88,00	0,889	0,000
Quadril	100,53	9,45	9,40	94,25	99,00	105,75	0,932	0,008

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H₀: A amostra provém de população normal;

H₁: A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H₀

Tabela 32 - Estatísticas descritivas das variáveis perímetros dos membros superiores - unidade de medida em cm - (n = 48)

Perímetros (cm)	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Braço direito	28,87	3,56	12,34	27,00	28,50	30,87	0,878	0,0001
Braço esquerdo	28,63	3,34	11,68	26,00	28,50	30,75	0,939	0,0145
Antebraço direito	24,09	2,22	9,21	22,50	24,00	25,00	0,878	0,0001
Antebraço esquerdo	23,79	2,18	9,15	22,12	24,00	24,50	0,903	0,0008

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H₀: A amostra provém de população normal;

H₁: A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H₀

Tabela 33 - Estatísticas descritivas das variáveis perímetros de membros inferiores - unidade de medida cm - (n = 48)

Perímetros (cm)	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Coxa posterior direita	58,87	6,83	11,60	55,00	58,25	63,00	0,985	0,799
Coxa posterior esquerda	58,47	6,75	11,55	54,25	58,00	62,00	0,985	0,782
Panturrilha direita	36,62	3,44	9,39	34,00	36,00	39,00	0,920	0,003
Panturrilha esquerda	36,63	3,40	9,28	34,12	36,00	38,87	0,938	0,013

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{calc} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

Tabela 34 - Estatísticas descritivas das espessuras absolutas das dobras cutâneas supra diafragmáticas - unidade de medida cm - (n = 48)

Espessuras (cm)	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Peitoral	1,29	0,59	46,30	0,70	1,22	1,79	0,956	0,072
Axilar	1,55	0,77	49,86	1,02	1,38	1,90	0,091	0,001
Subescapular	1,70	0,90	52,86	1,10	1,52	1,94	0,081	1,786 ⁻⁶

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{calc} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

Tabela 35 - Estatísticas descritivas das espessuras absolutas das dobras cutâneas infra diafragmáticas - unidade de medida cm - (n = 48)

Espessuras (cm)	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Abdominal	2,89	1,34	46,23	2,00	2,60	3,69	0,901	0,001
Suprailíaca	2,06	1,06	51,61	1,25	2,00	2,65	0,913	0,002

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

Tabela 36 - Estatísticas descritivas da espessura absoluta da dobras cutâneas dos membros - unidade de medida cm - (n = 48)

Espessura (cm)	Média	Desvio padrão	Coefficiente percentual de variação	1º, Quartil	Mediana	3º, Quartil	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Tríceps (superiores)	1,95	0,59	30,47	1,50	1,90	2,48	0,949	0,037
Coxa anterior (inferiores)	2,64	0,77	29,13	2,21	2,55	3,00	0,944	0,024

FONTE: Banco de dados – Anexo 1 – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

6.3.6.1 Formação das variáveis combinadas

Foram formados dois grupos de variáveis tendo como referencial de denominação e localização a membrana diafragmática que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal. São eles: as variáveis supra diafragmáticas (VSD) e as variáveis infra

diafragmáticas (VID). As variáveis supra diafragmáticas são constituídas pelas circunferências ou perimetrias do Ombro e do Tórax e as variáveis infra diafragmáticas são formadas pelas circunferências ou perimetrias da Cintura, Abdome e Quadril.

Com os membros, foram formadas a variável membros superiores (VMS) que abriga as variáveis soma das circunferências ou perimetrias de antebraços e soma das circunferências ou perimetrias dos braços e a variável membros inferiores (VMI) que acolhe as variáveis soma das circunferências ou perimetrias das coxas posteriores e soma das circunferências ou perimetrias das panturrilhas.

Verifica-se que a cada um dos quatro grupos de variáveis formados, - Variáveis supra diafragmáticas (VSD), Variáveis infra diafragmáticas (VID), Variáveis membros superiores (VMS) e Variáveis membros inferiores (VMI) estão associadas dobras cutâneas. Observando-se as Figuras 4-A, 4-B, 4-C (p. 27) verifica-se que as dobras cutâneas Peitoral (PT_DC), Axilar (Ax_DC) e Subescapular (SbEsc_DC) pertencem à região supra diafragmática (Figura 5 p.30); as Figuras 4-D e 4-E (p. 30) indicam que as dobras cutâneas Abdominal (Abd_DC) e Supra ilíaca (SI_DC) se localizam na região infra diafragmática (Figura 5 p.30) A Figura 4-F (p. 28) aponta a dobra cutânea Tríceps (TRI_DC) na região posterior do braço; a Figura 4-H (p. 29) localiza a dobra cutânea coxa anterior (CxA_DC) na coxa anterior (Figura 5 p.30).

Vale considerar as probabilidades de influências de cada dobra cutânea em regiões circunvizinhas ou eventualmente afastadas. Com base no parágrafo anterior e na Matriz de Correlação Amostral (n=48) (Anexo 41 - p. 116) foi elaborada a Tabela 37 p.74 que sumariza as correlações entre as variáveis de cada um dos grupos entre si e entre as dobras cutâneas e orienta a construção dos algoritmos de variáveis para a Análise Fatorial. (Tabela 38 p.75).

Tabela 37 – Correlações entre Variáveis Supra Diafragmáticas (VSD), Variáveis Infra Diafragmáticas (VSI), Variáveis Membros Superiores (VMS), Variáveis Membros Inferiores (VMI) entre si e com as variáveis Dobras Cutâneas (DC) – (n=48)

Correlações	Variáveis supra diafragmáticas (VSD)		Variáveis infra diafragmáticas (VSI)			Variáveis membros superiores (VMS)		Variáveis membros inferiores (VMI)	
	Ombro	Tórax	Cintura	PerAbd	Quadril	SumBr	SumAbr	SumCxp	SumPant
Ombro	1,000								
Torax	0,811	1,000							
Cintura	0,855	0,885	1,000						
PerAbd	0,874	0,857	0,913	1,000					
Quadril	0,874	0,811	0,875	0,910	1,000				
SumBr	0,856	0,878	0,881	0,915	0,939	1,000			
SumAbr	0,815	0,852	0,827	0,874	0,884	0,915	1,000		
SumCxp	0,814	0,703	0,732	0,810	0,922	0,842	0,803	1,000	
SumPant	0,772	0,724	0,800	0,820	0,862	0,843	0,831	0,797	1,000
PT_DC	0,600	0,646	0,635	0,698	0,701	0,717	0,614	0,630	0,592
Ax_DC	0,693	0,757	0,841	0,746	0,706	0,711	0,640	0,576	0,625
SbEsc_DC	0,620	0,758	0,843	0,742	0,689	0,707	0,672	0,526	0,580
Abd_DC	0,681	0,757	0,853	0,771	0,694	0,729	0,631	0,550	0,653
SI_DC	0,507	0,676	0,703	0,645	0,573	0,659	0,576	0,487	0,539
TRI_DC	0,427	0,459	0,519	0,572	0,652	0,646	0,527	0,605	0,625
CxA_DC	0,482	0,312	0,350	0,449	0,587	0,510	0,426	0,611	0,595

FONTE: Matriz de correlações – (n=48)

LEGENDA:

Ombro	Ombro	SumCxp	Soma dos perímetros das coxas posteriores
Tórax	Tórax	SumPant	Soma dos perímetros das panturrilhas
Cintura	Cintura	PT_DC	Dobra cutânea peitoral
PerAbd	Perímetro abdominal	Ax_DC	Dobra cutânea axilar
Quadril	Quadril	SbEsc_DC	Dobra cutânea subescapular
SumBr	Soma dos perímetros dos braços	TRI_DC	Dobra cutânea tríceps
SumAbr	Soma dos perímetros dos antebraços	CxA_DC	Dobra cutânea coxa anterior

6.3.6.2 Critério e método de criação das variáveis combinadas

Os algoritmos (Tabela 38 p.75) foram construídos observando-se as variáveis e seus respectivos grupos e as correlações das variáveis entre si em cada grupo. Por exemplo, Ombro e Tórax pertencem ao grupo das Variáveis Supra Diafragmáticas (VSD) e tem 0,811 como valor de correlação entre si. As variáveis supra diafragmáticas Ombro e Tórax se correlacionam com as dobras cutâneas supra diafragmáticas Peitoral (PT_DC), Axilar (Ax_DC) e Subescapular (SbEsc_DC). Observando-se nas colunas os seis valores das correlações entre as variáveis Ombro e Tórax - pertencentes às Variáveis supra diafragmáticas, com as dobras cutâneas supra diafragmáticas, verifica-se que as maiores correlações ocorrem entre a perimetria da variável Tórax com as dobras cutâneas Axilar (Ax_DC) (0,757) e Subescapular (SbEsc_DC) (0,758). Quanto à dobra cutânea Peitoral (PT_DC), verifica-se que o maior valor de correlação ocorre com a variável Soma dos braços (SumBr), provavelmente por ser região de influência de vizinhança (Figura 4-A, p.27). Os valores das correlações das variáveis das perimetrias associadas aos seus respectivos grupos com as dobras cutâneas ou eventual influência serão adicionadas entre si e ponderadas pelos produtos das correlações entre as variáveis de cada grupo para obter-se as variáveis combinadas (VC) destinadas a Análise Fatorial subsequente Análise de Regressão Múltipla. A Tabela 38 (p.75) mostra a construção dos algoritmos com o critério e método expostos.

Tabela 38 – Algoritmos das Variáveis Combinadas para realização da Análise Fatorial - (n = 48)

Variáveis Combinadas (VC)	Soma dos vetores	Soma das correlações das perimetrias com as dobras cutâneas	Produtos entre as correlações das variáveis entre si
VCS_Diaf	= (Ombro + Tórax)	(0,757 + 0,758) (Ax_DC + SbEsc_DC)	(0,811)
VCI_Diaf	= (Cint + PerAbd + Quadril)	(0,853 + 0,703) (Abd_DC + SI_DC)	(0,913x0,875x0,910)
VC_MS	= (SumBr + SumAbr)	(0,717 + 0,646) (PT_DC + TRI_DC)	(0,915)
VC_MI	= (SumCxP + SumPant)	(0,611) (CxA_DC)	(0,797)

FONTE: Matriz de correlação – (n=48)

LEGENDA:

VCS_Diaf	Variáveis Combinadas Supra diafragmáticas
VCI_Diaf	Variáveis Combinadas Infra diafragmáticas
VC_MS	Variáveis Combinadas Membros Superiores
VC_MI	Variáveis Combinadas Membros Inferiores
Ombro	Ombro
Tórax	Tórax
Cint	Cintura
PerAbd	Perímetro Abdominal
Quadril	Quadril
SumBr	Soma dos braços
SumAbr	Soma dos antebraços

Na construção de cada variável combinada (VC) houve participação de uma e somente uma vez de cada variável de perímetria quanto de dobra cutânea – portanto não há qualquer tipo de multiplicidade de variáveis, o que confere independência a cada uma das variáveis combinadas construídas. As variáveis obtidas serão empregadas para a execução da Análise dos Componentes Principais para obtenção dos autovalores e da proporção de variância total acumulada (Tabela 39 p.76). A proporção de variância total explicada com dois autovalores aponta elevada explicação acumulada extraída das variáveis Altura e das quatro variáveis combinadas o que sugere combinação apropriada das variáveis de perímetria e das dobras cutâneas bem como o critério e método de combinação utilizados (Tabela 39 p.76).

Tabela 39 – Autovalores para determinação do valor de m - (n = 48)

Autovalores	3,705	1,011	0,171	0,068	0,044
Proporção de variância total explicada	0,741	0,202	0,034	0,014	0,009
Proporção de variância total explicada acumulada	0,741	0,943	0,978	0,991	1,000

FONTE: Tabela 38 p.75 – Algoritmos das Variáveis Combinadas para realização da Análise Fatorial - (n = 48)

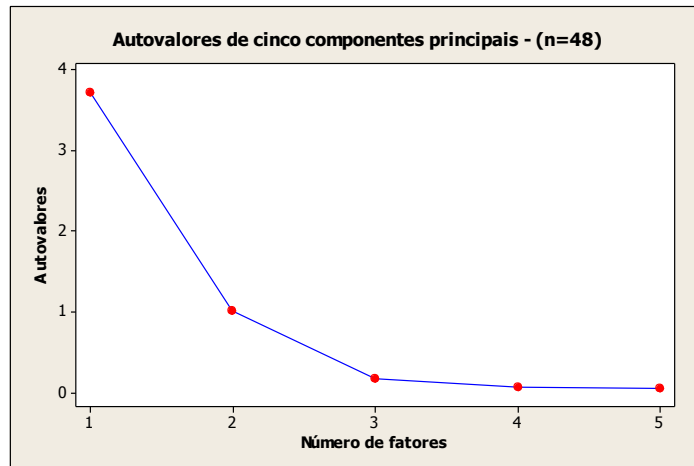


Figura 7 – Autovalores para Análise Fatorial com $m = 2$, (n=48)

Os resultados da Análise de Componentes Principais (Tabela 39 p.76) autorizam a execução da Análise Fatorial cujos resultados se mostram nas Tabela 40 (p.77) e 41 (p.78) em especial esta última dada os resultados das Estimativas das Cargas Fatoriais com rotação *Varimax*.

Tabela 40 – Estimativas de Cargas Fatoriais sem rotação - $m=2$ - (n = 48)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Comunalidade	Variâncias específicas
H(cm)	-0,025	0,999	0,999	0,001
VC_Sdiaf	0,957	0,023	0,916	0,084
VC_Idiaf	0,981	-0,068	0,966	0,134
VC_MS	0,974	-0,015	0,950	0,050
VC_MI	0,937	0,089	0,887	0,113
Proporção da variância total explicada	0,741	0,202	0,943	

FONTE: Tabela 2 - Algoritmos das Variáveis Combinadas para realização da Análise Fatorial - (n = 48)

A aplicação da rotação *Varimax* aparentemente produziu pequenas mudanças nas cargas Fatoriais mas qualquer que tenha sido a magnitude dessas mudanças por certo melhoraram o modelo final mostrado na Tabela 41 (p.78).

Tabela 41 - Estimativas de Cargas Fatoriais com rotação *Varimax* - $m=2$, (n = 48)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Comunalidade	Variâncias específicas
VC_IDiaf	0,979	-0,084	0,966	0,034
VC_MS	0,974	-0,031	0,950	0,050
VC_SDiaf	0,957	0,007	0,916	0,084
VC_MI	0,939	0,073	0,887	0,113
Altura	-0,008	0,999	0,999	0,001
Proporção da variância total explicada	0,741	0,202	0,943	

FONTE: Tabela 2 - Algoritmos das Variáveis Combinadas para realização da Análise Fatorial - (n = 48)

Na Análise Fatorial, as Estimativas de Cargas Fatoriais são elevadas, todas próximas de 1, onde a menor é igual a 0,939 e a maior igual a 0,979 o que indica elevada qualidade de ajuste para a respectiva variável, no caso as variáveis combinadas. O Fator 1 acolheu todas as quatro variáveis combinadas com elevadas comunalidades. O Fator 2 abrigou a variável Altura com variância específica próxima de zero. Dessa forma, o modelo obtido atende o objetivo de encontrar um meio de condensar a informação contida em um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas, os fatores com uma perda mínima de informação (Hair et al., 2005). Cabe ressaltar que as quatro variáveis originais utilizadas na Análise Fatorial representam uma síntese das variáveis originais propriamente ditas do Banco de Dados (Anexo 1 p.87-90) com 48 amostras com 18 medidas antropométricas e 7 medidas de dobras cutâneas de mulheres de 18 a 34 anos de idade. Essa síntese – feita através de critério e método fundamentados nas correlações das medidas perimétricas supra e infra diafragmáticas, membros entre si e dobras cutâneas associadas à essas regiões corporais.

A execução da Análise Fatorial produziu os dois escores SC1 e SC2 utilizados como variáveis regressoras na Análise de Regressão Múltipla que teve a Percentagem de Massa Gorda Corporal calculada pelo modelo utilizado na Academia como variável-resposta.

6.4 Análise de Regressão Múltipla – (n = 48)

Para execução da Análise de Regressão Múltipla foram utilizados como variáveis regressoras os Escores SC1 e SC2 obtidos na Análise Fatorial e como variável resposta a variável percentagem de Massa de Gordura Corporal (%MGC_{Akad48}) calculada pelo sistema computacional utilizado na Academia.

A equação estimada da regressão linear múltipla para n=48 é:

$$\%MGC_{Akad48} = 0,260 + 0,0514 (SC1) - 0,0111 (SC2)$$

Tabela 42 – Estatísticas do Ajuste do Modelo da Regressão Linear Múltipla com duas variáveis regressoras – (n=48)

Variáveis preditoras	Coeficiente	Erro padrão	T	P	VIF(*)
Intercepto	0,260	0,006	46,11	0,000	
SC1	0,051	0,006	9,02	0,000	1,000
SC2	-0,011	0,006	-1,95	0,058	1,000

Erro padrão da regressão = 0,039

$R^2 = 65,4\%$

R^2 (ajustado) = 63,9%

R^2 (preditoras) = 57,67%

Previsão de soma dos quadrados (PRESS) = 0,084

(*) Fator de inflação de variância (VIF)

VIF = 1 – Preditoras não correlacionados (desejado)

1 < VIF < 5 – Preditoras moderadamente correlacionados (aceitável)

VIF > 5 a 10 – Preditoras altamente correlacionados (não desejado)

Tabela 43 – Estatísticas da Análise de Variância do ajuste do Modelo da Regressão Linear Múltipla com duas variáveis regressoras – (n=48)

Fonte	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Regressão	2	0,130	0,065	42,54	0,000
Erro residual	45	0,069	0,001		
Total	47	0,199			
SC1	1	0,124			
SC2	1	0,006			

Fonte: Tabela 42-A,B p.120-121

6.4.1 Análises dos ajustes da equação de regressão múltipla obtidos com n=48

A equação de regressão múltipla obtida teve como variáveis regressoras os escores fatoriais obtidos na Análise Fatorial executada teve a variável Altura e as variáveis combinadas (VC) infra diafragmáticas (VC_IDiaf), supra diafragmáticas (VC_SDiaf), membros superiores (VC_MS) e membros inferiores (VC_MI) (Tabela 5 p.30). A variável regressora utilizada foi percentual de Massa Gorda Corporal - $\%(MGC)_{Akad}$ calculada pelo sistema informatizado da Academia. De acordo com as estatísticas de ajuste do modelo da Regressão Linear Múltipla (Tabelas 42 e 43 p.79) e apesar da presença de eventuais pontos discrepantes e de variáveis não oriundas de populações com distribuições normais de acordo com o Teste de Shapiro-Wilks a elas aplicado, as operações entre variáveis e dobras cutâneas produziram variáveis combinadas que resultaram em escores robustos que propiciaram ajustes razoáveis na Regressão Múltipla. A equação de Regressão Múltipla obtida em **6.3.4** com $n = 36$ em certo sentido caracterizou uma amostra ideal causada pela exclusão de 12 pontos discrepantes.

A equação de Regressão Múltipla obtida em **6.4.1** se utilizou de todo o banco amostral ou seja, $n = 48$ e se aproxima da realidade por conter os pontos discrepantes. A realidade prepondera sobre o ideal.

As Estatísticas do Ajuste do Modelo da regressão múltipla com duas variáveis regressoras ($n = 48$) (Tabelas 42 e 43 p.79) são consistentes e apontam validade que agrega a parcimônia, qualidade desejável e necessária à formulação de qualquer modelo estatístico. Os argumentos expostos permitem concluir pela escolha do modelo de regressão múltipla com duas variáveis preditoras executado em **6.4.1** com $n = 48$ que se mostra adequado para representar nesta monografia um modelo estatístico predictor de dois componentes de avaliação corporal de Massa Gorda Corporal relativa em mulheres de 18 a 34 anos. Os gráficos a seguir ilustram o comportamento dos resíduos resultantes da Regressão Múltipla executada.

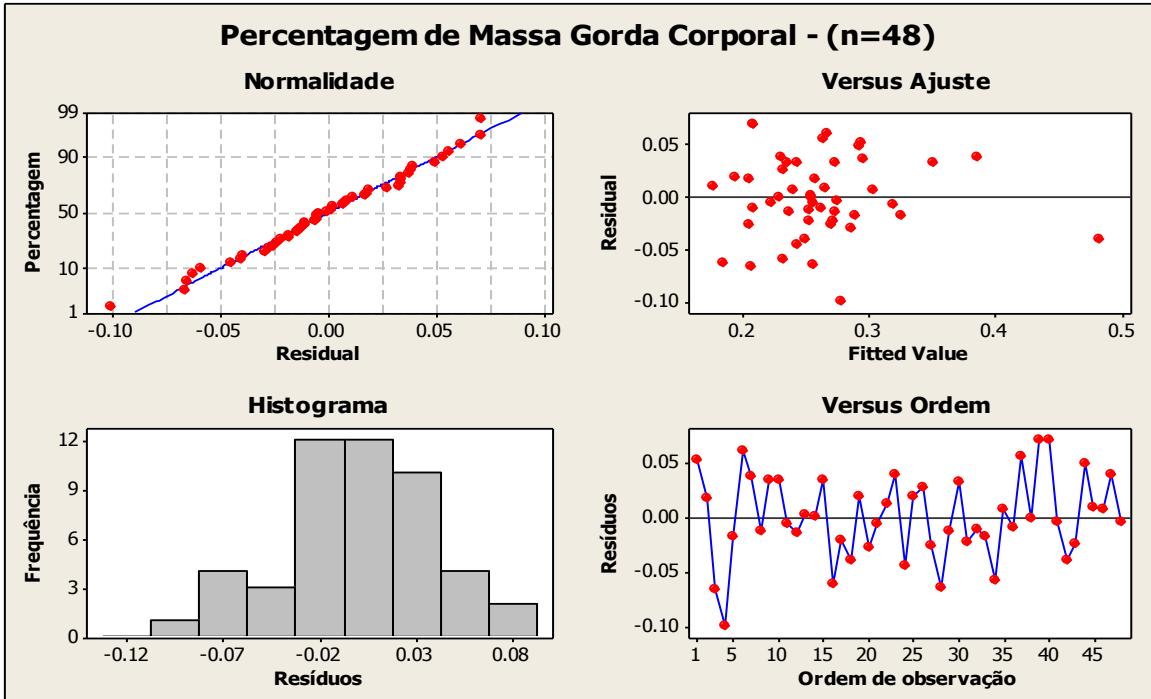


Gráfico 8 – Resíduos do ajuste da Regressão Múltipla (n=48)

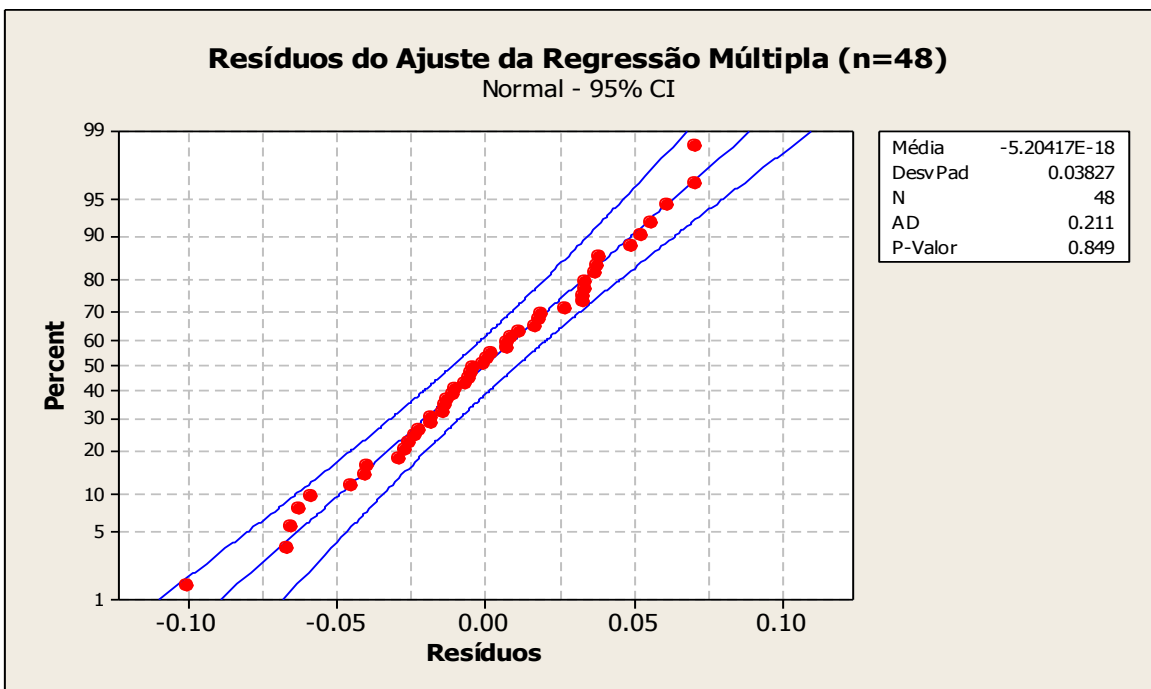


Gráfico 9 – Estatísticas dos Resíduos do ajuste da Regressão Múltipla (n=48)

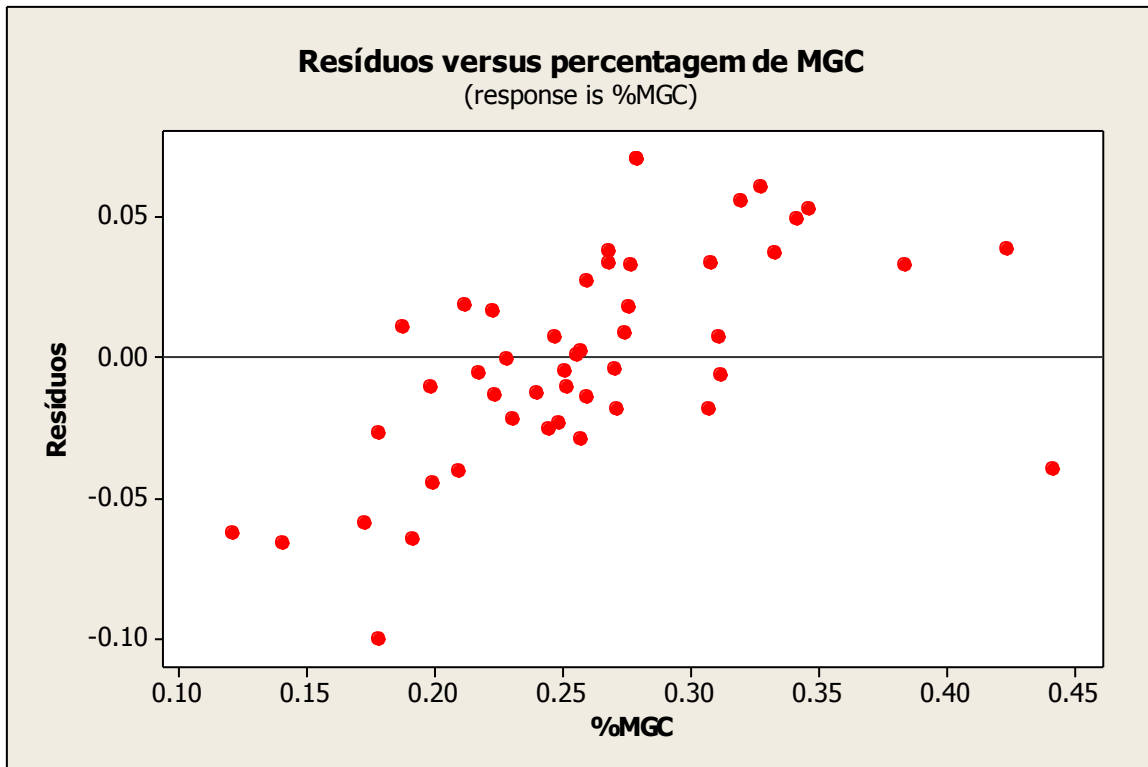


Gráfico 10 – Espalhamento dos resíduos do ajuste da Regressão Múltipla com alinhamento angular positivo e pontos discrepantes - (n=48)

Tabela 44 - Estatística descritiva dos resíduos do ajuste da regressão múltipla

Variável	Média	Desvio padrão	1º. Quartil	Mediana	3º. Quartil	Amplitude	Shapiro-Wilks (W)	P-Valor
Resíduos	4,167 ⁻⁵	0,03827	-2,225 ⁻²	-2,500 ⁻³	3,300 ⁻²	0,171	0,983	0,708

FONTE: Banco de dados – (n=48)

A estatística do teste de Shapiro-Wilks (W) verifica se uma amostra provém de população normal:

H_0 : A amostra provém de população normal;

H_1 : A amostra não provém de população normal

Se $W_{\text{calc}} < W_{(0,05; 48)} = 0,947$ então rejeitar H_0

7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O modelo de dois componentes é o modelo preferencial nas academias para avaliação de massa corporal.

A literatura aponta a existência de centenas de equações de avaliação corporal fato esse que exige do analista a aplicação da equação mais adequada a cada caso; entretanto, verifica-se a utilização de poucas das equações disponíveis para avaliar-se todos os casos.

Modelos vigentes há quase quarenta anos são utilizados nos sistemas informatizados para avaliação corporal e se utilizam exclusivamente das medidas das dobras cutâneas e não consideram as medidas perimétricas coletadas durante a avaliação corporal e registradas na Ficha de Avaliação Funcional. Por certo essas equações foram desenvolvidas para populações não brasileiras. O modelo desenvolvido nesta monografia considera todas as medidas

A literatura sobre avaliação corporal expõe resultados de pesquisas de cunho quantitativo de forma resumida o que impede conhecer-se, por exemplo, a qual distribuição estatística pertence os dados obtidos.

Verificou-se que a média da percentagem de Massa Gorda Corporal %(MGC) da amostra da Academia de ginástica calculada pelo sistema computadorizado através da medição das dobras cutâneas é maior do que a atribuída pela literatura (Tabela 1) para mulheres fisicamente ativas na mesma faixa etária.

Nesta monografia foram executadas três análises de regressão múltipla. As duas primeiras equações obtidas ($n = 36$) se apresentaram equivalentes e com elevado ajuste. Entretanto, a segunda equação de regressão múltipla se impôs devido a algumas estatísticas que lhe foram favoráveis, mas a parcimônia na formulação do modelo estabeleceu a diferença. Nestas duas análises, a exclusão de pontos discrepantes conferiu ao modelo obtido um viés ideal.

Executou-se a terceira análise fatorial com todo o banco disponível, ou seja, ($n= 48$) com a permanência dos pontos discrepantes conferiu realidade aos resultados obtidos.

A característica de realidade se sobrepôs ao modelo ideal, razão da escolha do primeiro para ser nesta monografia o modelo estatístico previsor de dois componentes de avaliação corporal de Massa Gorda Corporal relativa em mulheres de 18 a 34 anos.

Como limitações desta monografia, aponta-se: (i) o tamanho amostral; (ii) a não realização de teste de validação cruzada da equação regressora selecionada para realizar-se eventuais ajustes ou correções no modelo obtido.

Supondo-se que os resultados obtidos nesta monografia estejam apropriados, formula-se a pergunta: a certeza da nossa miscigenação *versus* a hipótese de segregação de população de características genômicas semelhantes dos países do hemisfério norte para as quais são formulados os modelos de avaliação corporal estabelecem a diferença entre percentagem de Massa Gorda Corporal da literatura para mulheres fisicamente ativas e a amostra da Academia de ginástica, maior do que a atribuída na literatura?

Esta monografia não pretende responder a essa questão, mas estimular pesquisadores ligados à área de educação física e afins com suporte estatístico avançado a aprofundar esses estudos na população brasileira em seus muitos “Brasis” com materiais e métodos no estado da arte.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHNKE, A. R. WILMORE, J.H. *Evaluation and regulation of body build and composition*, Englewood Cliffs. NJ: Prentice Hall, 1974.

BROZEK, J., KEYS, A. *Evaluation of leanness-fatness in man: Norms and interrelationships*. *British Journal of Nutrition*, v.5, p.194-206, 1951.

DURNIN, J. V. G. A.; WOMERSLEY, J. *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. *British Journal of Nutrition*. v.32, pp 77-97 doi: 10.1079/BJN19740060. 1974

HAIR, Jr., J.F.; ANDERSON, Rolphe E.; TATHAM, Ronald L.; BLACK, William C. *Análise multivariada de dados*. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAYES, P.A.; SOWOOD, P. J.; BELYAVIN, A.; COHEN, J.B.; SMITH, F.W. *Subcutaneous fat thickness measured by magnetic resonance imaging, ultrasound and calipers*, *Medicine & Science in Sports & Exercise* v.20, p.303-309, 1988.

HEYWARD, V. H. *Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas*. 2ª. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004, 319 p.

HEYWARD, V. H. *Advanced Fitness Assessment and Exercises Prescription*. 6a Human Kinetics. Formato e-book. 2013.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. *Body Composition Assessment*. 220 p. Human Kinetics. 1996.

HOTELLING, H. *Analysis of a complex of statistical variables into principal components*. *Journal of Educational Psychology*. v.24, p. 417-441, 498-520, 1933.

JACKSON, A. S. POLLOCK, M.L. *Factor analysis and multivariate scaling of anthropometric variable for the assessment of body composition*. *Medicine & Science in Sports & Exercise* v.8 p. 196-203. 1976.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. *Generalized equations for predicting body density of men*. *British Journal or Nutrition*. v. 40. p. 497 a 504. 1978.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. *Practical assessment of body composition*. *The Physician and Sportsmedicine* v.13 p. 76-90. 1985.

JACKSON, A.S. *Research design and analysis of data procedures for predicting body density*. *Medicine & Science in Sport & Exercise* v. 16. p. 616-620. 1984.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis. 6th. Pearson Education Inc. Pearson Prentice Hall. 2007.*

KAISER, H.F. *The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. Psychometrika. v. 23. p. 187-200. 1958.*

LANDIM, P.M.B. *Análise estatística de dados geológicos multivariados. São Paulo: Oficina de Textos. 2011. 208p.*

LOHMAN, T.G. *Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. Human Biology v. 53: p. 181-115. 1981.*

MAGALHÃES, A.; TABORDA, F.; LEITE, J. S. *A Herança do Olhar. Copyright Solange Magalhães. ARTVIVA Produção Cultural Ltda. Rio de Janeiro. 2003.*

MANLY, B. J. F. *Métodos estatísticos multivariados – uma introdução. 3ª. Ed. Porto Alegre; Bookman. 2008.*

MARTIN, A.D.; ROSS, W.D.; DRINKWATER, D. T.; CLARYS, J.P. *Prediction of body fat by skinfold caliper: Assumptions and cadaver evidence. International Journal of Obesity. v.9 (Suppl. 1): p. 31-39. 1985.*

Micro Physique - Software de avaliação funcional utilizado na Academia, disponível em http://sistemas.microuniversity.com.br/portal/interna.php?conteudo_pagina=15,

MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2005. 295 p. (Didática).*

MIRANDA, I. Espejo; PALACÍN, F. Fernández, SÁNCHEZ, M. A. L.; MÁRQUEZ, M. M.; CHIA, A. M. R.; NAVAS, A. S.; FRANCO, C. V. *Inferencia Estadística. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.2ª. ed. 2000. Cádiz, Espanha*

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos. 2012. 523 p.*

QUATROCHI, J.A.; HICKS, V. L.; HEYWARD, V. H.; COLVILLE, B. C.; COOK, K. L.; JENKINS, K. A.; WILSON, W. *Relationship of optical density and skinfold measurements: Effects of age and level of body fatness. Research Quarterly for Exercise and Sport. v. 63 p. 402-409. 1992.*

R Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. ISBN 3-900051-07-0.*
URL <http://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, Darcy. *O povo brasileiro: a formação e o Sentido do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras. 1995. 470p.*

ANEXOS

Anexo 1 – Parte 1/4 - Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos – n = 48

Var	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n=48	Age (anos)	H(cm)	Mm_atual (kg)	Mg_Atual (kg)	Massa total (kg)	Omb(cm)	Torx(cm)	Cint(cm)	PerAbd (cm)	Qdr(cm)
1	18	176,00	52,6	27,9	80,5	115,50	92,50	76,00	88,50	110,00
2	18	165,00	38,1	10,9	49	93,00	76,00	64,00	71,00	91,00
3	19	172,00	47,7	7,8	55,5	100,50	82,00	62,00	71,00	92,50
4	19	159,00	49,9	10,8	60,7	111,00	90,00	73,00	83,00	98,50
5	19	157,00	47,8	21,2	69	111,00	92,00	84,00	97,00	111,00
6	20	167,00	43,7	21,3	65	105,00	93,00	74,00	85,00	100,00
7	20	163,00	46,9	23,4	70,3	112,50	90,00	77,00	92,00	110,00
8	20	162,00	41,7	12,0	53,7	97,00	84,00	67,00	78,00	95,00
9	21	164,00	42,4	16,2	58,6	96,00	89,00	71,00	84,00	95,00
10	21	164,00	39,6	14,5	54,1	99,00	87,00	72,00	80,50	94,00
11	22	164,00	42,6	11,8	54,4	102,00	81,50	66,00	73,50	96,50
12	22	163,00	45,2	15,8	61	102,00	88,00	76,00	88,00	103,00
13	22	163,00	41,6	14,4	56	98,00	98,00	68,00	78,00	95,50
14	22	163,00	44,9	15,4	60,3	104,00	88,00	75,00	82,00	97,00
15	22	160,00	39,8	17,7	57,5	104,00	93,00	74,00	80,00	98,00
16	22	160,00	39,9	5,5	45,4	94,50	76,00	62,50	65,00	84,50
17	23	163,00	45,7	13,7	59,4	102,00	87,00	71,50	73,50	103,00
18	24	170,00	50,2	13,3	63,5	105,50	92,00	71,00	79,00	99,00
19	25	173,00	46,8	17,8	64,6	105,00	91,00	76,00	84,00	102,00
20	25	169,00	49,8	17,2	67	104,00	92,00	70,00	98,00	105,00
21	25	167,00	50,7	23,0	73,7	111,00	93,00	81,00	96,00	111,00
22	25	164,00	35,2	8,1	43,3	89,50	77,00	62,00	69,00	85,00
23	25	163,00	39,0	14,3	53,3	97,00	85,00	70,00	78,00	94,00
24	25	162,00	46,3	11,5	57,8	97,00	78,00	66,50	73,00	97,50
25	26	174,00	41,3	11,1	52,4	94,00	83,00	64,00	72,50	91,00
26	26	170,00	42,0	14,7	56,7	99,00	85,00	70,00	76,00	97,00
27	26	165,00	41,9	9,1	51	94,50	78,70	66,00	73,50	92,50
28	27	190,00	62,5	14,8	77,3	113,50	93,50	74,00	87,50	104,00
29	27	174,00	47,5	15,0	62,5	105,00	91,00	73,00	85,00	100,00
30	27	169,00	52,9	32,9	85,8	111,00	103,00	88,00	99,00	120,00
31	28	166,00	49,0	16,2	65,2	106,00	84,50	69,00	85,00	106,00
32	28	164,00	42,1	10,4	52,5	96,50	78,50	67,00	77,00	91,00
33	29	170,00	50,1	18,6	68,7	107,00	94,00	79,00	90,50	104,00
34	29	162,00	46,0	9,6	55,6	101,00	83,50	67,50	71,50	91,00
35	29	161,00	40,5	13,3	53,8	94,00	84,50	67,50	75,00	99,00
36	29	152,00	40,4	13,6	54	102,00	80,00	65,50	79,00	99,00
37	30	169,00	46,2	21,7	67,9	106,00	84,00	73,00	88,00	101,50
38	31	166,00	44,6	13,2	57,8	101,50	80,00	71,00	81,00	95,50
39	31	164,00	36,5	14,1	50,6	100,00	83,00	70,50	75,50	89,00
40	31	164,00	36,5	14,1	50,6	100,00	83,00	70,50	75,50	89,00
41	32	166,00	47,8	16,0	63,8	104,00	82,00	70,00	77,00	103,00
42	32	155,00	61,5	48,7	110,2	134,00	120,00	117,00	128,00	135,00
43	33	175,00	57,1	18,5	75,6	109,00	88,00	72,50	90,00	108,50
44	33	173,00	47,2	24,5	71,7	108,00	95,00	79,00	88,00	107,00
45	33	172,00	48,6	18,4	67	104,00	84,00	72,00	85,00	109,50
46	33	158,00	48,1	21,7	69,8	104,00	96,00	83,00	87,00	109,00
47	33	154,00	49,2	36,2	85,4	116,00	101,50	93,00	103,00	119,00
48	34	159,00	43,2	16,0	59,2	106,00	90,50	71,00	84,00	97,00

Parte 2/4 – Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos – n = 48

Var	11	12	13	14	15	16	17	18
n=48	PerBr_D (cm)	PerBr_E (cm)	PerAbr_D (cm)	PerAbr_E (cm)	PerCxP_D (cm)	PerCxP_E (cm)	PantD (cm)	PantE (cm)
1	31,50	31,50	25,50	25,00	66,50	67,00	41,50	41,50
2	25,50	25,00	23,00	22,00	55,00	55,00	34,00	34,00
3	27,00	26,00	24,00	24,00	53,00	53,00	31,00	31,00
4	30,00	30,00	24,00	24,00	58,00	57,00	35,50	35,00
5	31,00	31,50	27,00	26,50	65,00	66,00	38,00	38,00
6	31,00	31,00	24,00	24,00	54,00	52,00	39,00	39,00
7	31,50	31,00	24,00	23,00	65,00	65,00	34,50	34,50
8	27,00	26,00	24,00	24,00	54,00	54,00	37,00	36,00
9	28,00	27,50	23,00	23,00	55,50	56,00	35,00	35,00
10	27,00	27,00	22,00	22,50	55,00	52,00	34,00	34,00
11	25,50	25,50	22,00	22,00	54,00	54,00	33,00	34,00
12	30,00	29,00	25,00	23,00	59,00	59,00	38,00	39,00
13	28,00	29,00	24,00	24,00	57,00	57,00	34,00	34,00
14	28,50	27,00	24,00	23,00	55,00	56,00	35,00	36,00
15	28,50	28,00	25,00	24,00	59,00	58,00	39,00	38,00
16	24,50	24,50	21,00	21,00	42,50	42,50	31,50	32,00
17	27,00	28,00	23,00	23,00	61,00	60,50	35,00	35,00
18	27,00	28,00	24,00	24,50	58,00	57,00	36,00	35,50
19	28,50	28,50	25,00	24,00	61,00	58,00	37,00	37,00
20	31,00	31,00	26,00	27,00	62,00	62,00	38,00	39,00
21	33,00	33,00	25,50	25,00	72,00	71,00	39,00	40,00
22	23,50	23,00	21,50	21,00	45,00	44,00	31,50	32,00
23	25,00	26,00	22,00	22,00	58,00	56,00	34,00	34,00
24	29,00	28,50	23,50	23,50	59,00	59,00	39,00	39,00
25	26,50	26,50	22,50	22,50	48,50	49,00	34,00	32,00
26	27,00	27,00	24,00	24,00	57,00	56,00	36,00	36,00
27	25,00	25,00	22,00	22,00	51,50	51,50	34,00	33,00
28	28,00	29,00	25,00	25,00	68,50	68,50	38,50	38,50
29	30,50	29,50	25,00	24,00	57,50	59,00	34,00	35,00
30	38,00	36,00	29,00	27,00	73,00	72,00	39,00	38,00
31	30,00	29,50	25,00	24,50	63,50	62,00	38,00	38,00
32	24,50	24,50	21,50	21,50	51,00	51,00	35,00	35,00
33	31,00	31,00	26,00	25,50	61,00	61,00	41,00	41,50
34	27,00	25,50	23,00	22,00	56,00	56,00	35,00	35,50
35	27,50	27,50	22,50	22,50	58,50	58,00	35,50	36,00
36	28,50	28,50	22,00	22,00	60,00	60,00	36,00	36,00
37	29,50	29,50	24,00	24,00	61,00	61,00	38,50	38,50
38	25,50	26,00	22,00	22,00	57,00	57,00	34,50	34,50
39	25,00	24,00	21,00	20,00	50,00	49,50	32,00	32,00
40	25,00	24,00	21,00	20,00	50,00	49,50	32,00	32,00
41	28,00	27,50	23,50	23,50	63,00	63,00	38,50	38,50
42	43,00	40,00	32,50	32,00	75,00	74,00	49,00	48,00
43	29,50	29,50	24,50	24,50	64,00	62,50	39,00	40,00
44	32,00	32,00	28,00	27,00	63,00	62,00	39,00	39,00
45	30,00	29,00	25,00	24,50	65,50	64,00	39,00	38,00
46	31,00	32,00	23,00	24,00	60,00	61,00	40,00	40,00
47	35,50	36,00	28,00	29,00	71,00	70,00	45,00	45,00
48	30,00	30,00	24,50	24,00	57,00	58,00	36,00	36,00

Parte 3/4 – Variáveis originais, percentuais de DC e resíduos – n = 48

Var	19	20	21	22	23	24	25	26
n=48	Ax_DC (cm)	SbEsc_DC (cm)	Abd_DC (cm)	SI_DC (cm)	PT_DC (cm)	CxA_DC (cm)	TRI_DC (cm)	Soma das Dobras Cutâneas (DC) (cm)
1	1,90	1,58	4,20	3,10	2,40	5,45	2,20	20,83
2	0,72	1,20	2,60	2,83	0,50	2,30	1,33	11,48
3	0,43	0,85	1,00	0,65	0,35	1,85	1,25	6,38
4	0,95	1,05	2,20	1,00	1,15	1,15	1,15	8,65
5	2,10	2,40	4,60	2,40	2,00	2,30	1,60	17,4
6	1,75	1,80	4,80	3,20	2,00	2,80	2,72	19,07
7	1,75	2,40	4,45	2,75	1,42	4,15	2,55	19,47
8	1,12	1,18	2,30	1,52	1,78	2,30	1,20	11,4
9	1,18	2,17	2,82	2,47	1,62	2,77	2,05	15,08
10	1,70	2,00	2,60	2,03	1,90	2,18	2,05	14,46
11	1,21	1,65	2,00	1,33	1,00	2,08	1,61	10,88
12	1,02	1,12	3,50	2,20	0,70	2,67	2,52	13,73
13	1,60	1,60	3,03	2,28	1,35	2,32	1,50	13,68
14	1,40	1,52	2,50	2,10	1,73	2,44	1,78	13,47
15	2,12	2,25	3,68	3,10	1,29	2,80	2,12	17,36
16	0,42	0,61	0,92	0,58	0,31	1,62	0,84	5,3
17	1,53	1,68	1,80	1,40	1,53	2,60	1,30	11,84
18	1,90	1,22	1,55	1,05	0,63	2,92	1,21	10,48
19	1,61	1,43	3,70	2,80	1,32	2,30	1,69	14,85
20	1,30	1,50	2,30	2,00	1,80	2,50	2,10	13,5
21	1,80	1,60	3,20	3,40	1,90	2,93	2,66	17,49
22	0,70	1,80	1,50	1,90	0,40	1,53	1,24	9,07
23	1,30	2,80	3,60	2,00	0,70	2,42	1,50	14,32
24	0,86	0,92	1,60	0,80	0,42	3,20	1,95	9,75
25	0,81	1,20	1,35	1,92	0,63	2,80	1,70	10,41
26	1,90	1,10	2,50	1,75	0,80	2,72	2,90	13,67
27	0,85	0,95	1,25	0,80	0,67	2,11	1,80	8,43
28	1,04	0,95	1,60	0,95	0,70	2,45	1,51	9,2
29	1,20	1,52	2,62	1,40	1,93	2,20	1,39	12,26
30	3,10	3,33	4,30	4,65	2,40	3,00	3,00	23,78
31	1,10	1,05	1,90	1,32	1,50	3,75	2,25	12,87
32	0,95	0,90	2,50	1,12	0,67	2,25	1,20	9,59
33	1,60	1,80	2,73	2,23	1,02	2,80	2,10	14,28
34	0,56	0,65	1,85	1,10	0,70	1,85	1,22	7,93
35	1,00	1,00	2,65	1,42	1,15	2,60	2,90	12,72
36	1,25	1,06	2,35	1,25	1,40	3,80	1,90	13,01
37	2,73	1,70	3,14	2,24	1,90	3,45	2,75	17,91
38	1,36	1,10	2,00	1,25	0,90	3,00	1,70	11,31
39	2,43	1,94	3,80	2,65	1,02	1,40	1,51	14,75
40	2,43	1,94	3,80	2,65	1,02	1,40	1,51	14,75
41	1,05	1,32	2,35	1,15	1,08	3,52	2,38	12,85
42	4,43	5,40	8,00	4,20	2,20	3,70	2,83	30,76
43	1,22	1,35	2,15	1,40	1,12	3,21	1,90	12,35
44	2,10	3,00	4,00	3,02	1,70	3,00	2,72	19,54
45	1,80	1,80	2,33	1,08	1,90	2,47	2,95	14,33
46	2,20	2,23	3,88	2,32	1,72	2,50	2,29	17,14
47	3,30	4,32	6,22	5,80	2,40	3,20	2,70	27,94
48	1,60	1,53	3,02	2,53	1,00	2,17	2,20	14,05

Parte 4/4 - Percentuais de Dobras Cutâneas e Resíduos de ajuste – n = 48

N=48	%PT_DC	%AX_DC	%SbEsc_DC	%Abd_DC	%SI_DC	%TR_DC	%CxA_DC	Resíduos de ajuste da Regressão Múltipla
1	0,115	0,091	0,076	0,202	0,149	0,106	0,262	0,058
2	0,044	0,063	0,105	0,226	0,247	0,116	0,200	0,017
3	0,055	0,067	0,133	0,157	0,102	0,196	0,290	-0,072
4	0,133	0,110	0,121	0,254	0,116	0,133	0,133	-0,107
5	0,115	0,121	0,138	0,264	0,138	0,092	0,132	-0,023
6	0,105	0,092	0,094	0,252	0,168	0,143	0,147	0,062
7	0,073	0,090	0,123	0,229	0,141	0,131	0,213	0,043
8	0,156	0,098	0,104	0,202	0,133	0,105	0,202	-0,024
9	0,107	0,078	0,144	0,187	0,164	0,136	0,184	0,038
10	0,131	0,118	0,138	0,180	0,140	0,142	0,151	0,034
11	0,092	0,111	0,152	0,184	0,122	0,148	0,191	-0,014
12	0,051	0,074	0,082	0,255	0,160	0,184	0,194	-0,015
13	0,099	0,117	0,117	0,221	0,167	0,110	0,170	0,015
14	0,128	0,104	0,113	0,186	0,156	0,132	0,181	-0,004
15	0,074	0,122	0,130	0,212	0,179	0,122	0,161	0,034
16	0,058	0,079	0,115	0,174	0,109	0,158	0,306	-0,080
17	0,129	0,129	0,142	0,152	0,118	0,110	0,220	-0,021
18	0,060	0,181	0,116	0,148	0,100	0,115	0,279	-0,038
19	0,089	0,108	0,096	0,249	0,189	0,114	0,155	0,027
20	0,133	0,096	0,111	0,170	0,148	0,156	0,185	-0,030
21	0,109	0,103	0,091	0,183	0,194	0,152	0,168	0,006
22	0,044	0,077	0,198	0,165	0,209	0,137	0,169	0,005
23	0,049	0,091	0,196	0,251	0,140	0,105	0,169	0,045
24	0,043	0,088	0,094	0,164	0,082	0,200	0,328	-0,055
25	0,061	0,078	0,115	0,130	0,184	0,163	0,269	0,022
26	0,059	0,139	0,080	0,183	0,128	0,212	0,199	0,026
27	0,079	0,101	0,113	0,148	0,095	0,214	0,250	-0,037
28	0,076	0,113	0,103	0,174	0,103	0,164	0,266	-0,048
29	0,157	0,098	0,124	0,214	0,114	0,113	0,179	-0,005
30	0,101	0,130	0,140	0,181	0,196	0,126	0,126	0,061
31	0,117	0,085	0,082	0,148	0,103	0,175	0,291	-0,034
32	0,070	0,099	0,094	0,261	0,117	0,125	0,235	-0,020
33	0,071	0,112	0,126	0,191	0,156	0,147	0,196	-0,014
34	0,088	0,071	0,082	0,233	0,139	0,154	0,233	-0,065
35	0,090	0,079	0,079	0,208	0,112	0,228	0,204	0,006
36	0,108	0,096	0,081	0,181	0,096	0,146	0,292	-0,025
37	0,106	0,152	0,095	0,175	0,125	0,154	0,193	0,054
38	0,080	0,120	0,097	0,177	0,111	0,150	0,265	-0,007
39	0,069	0,165	0,132	0,258	0,180	0,102	0,095	0,072
40	0,069	0,165	0,132	0,258	0,180	0,102	0,095	0,072
41	0,084	0,082	0,103	0,183	0,089	0,185	0,274	-0,012
42	0,072	0,144	0,176	0,260	0,137	0,092	0,120	-0,035
43	0,091	0,099	0,109	0,174	0,113	0,154	0,260	-0,025
44	0,087	0,107	0,154	0,205	0,155	0,139	0,154	0,058
45	0,133	0,126	0,126	0,163	0,075	0,206	0,172	0,007
46	0,100	0,128	0,130	0,226	0,135	0,134	0,146	0,015
47	0,086	0,118	0,155	0,223	0,208	0,097	0,115	0,042
48	0,071	0,114	0,109	0,215	0,180	0,157	0,154	-0,006

Anexo 2 – Parte 1/3 - Variáveis originais exceto pontos discrepantes n = 36

Var	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n=36	Age (anos)	H (cm)	Mm_atual (kg)	Mg_atual (kg)	Massa Total (kg)	Omb (cm)	Torx (cm)	Cint (cm)	PerAbd (cm)	Qdr (cm)
1	18	165,00	38,10	10,90	49,00	93,00	76,00	64,00	71,00	91,00
2	19	172,00	47,70	7,80	55,50	100,50	82,00	62,00	71,00	92,50
3	20	167,00	43,70	21,30	65,00	105,00	93,00	74,00	85,00	100,00
4	20	162,00	41,70	12,00	53,70	97,00	84,00	67,00	78,00	95,00
5	21	164,00	42,40	16,20	58,60	96,00	89,00	71,00	84,00	95,00
6	21	164,00	39,60	14,50	54,10	99,00	87,00	72,00	80,50	94,00
7	22	164,00	42,60	11,80	54,40	102,00	81,50	66,00	73,50	96,50
8	22	163,00	45,20	15,80	61,00	102,00	88,00	76,00	88,00	103,00
9	22	163,00	41,60	14,40	56,00	98,00	98,00	68,00	78,00	95,50
10	22	163,00	44,90	15,40	60,30	104,00	88,00	75,00	82,00	97,00
11	22	160,00	39,80	17,70	57,50	104,00	93,00	74,00	80,00	98,00
12	22	160,00	39,90	5,50	45,40	94,50	76,00	62,50	65,00	84,50
13	23	163,00	45,70	13,70	59,40	102,00	87,00	71,50	73,50	103,00
14	24	170,00	50,20	13,30	63,50	105,50	92,00	71,00	79,00	99,00
15	25	173,00	46,80	17,80	64,60	105,00	91,00	76,00	84,00	102,00
16	25	169,00	49,80	17,20	67,00	104,00	92,00	70,00	98,00	105,00
17	25	167,00	50,70	23,00	73,70	111,00	93,00	81,00	96,00	111,00
18	25	164,00	35,20	8,10	43,30	89,50	77,00	62,00	69,00	85,00
19	25	163,00	39,00	14,30	53,30	97,00	85,00	70,00	78,00	94,00
20	25	162,00	46,30	11,50	57,80	97,00	78,00	66,50	73,00	97,50
21	26	174,00	41,30	11,10	52,40	94,00	83,00	64,00	72,50	91,00
22	26	170,00	42,00	14,70	56,70	99,00	85,00	70,00	76,00	97,00
23	26	165,00	41,90	9,10	51,00	94,50	78,70	66,00	73,50	92,50
24	27	174,00	47,50	15,00	62,50	105,00	91,00	73,00	85,00	100,00
25	28	164,00	42,10	10,40	52,50	96,50	78,50	67,00	77,00	91,00
26	29	170,00	50,10	18,60	68,70	107,00	94,00	79,00	90,50	104,00
27	29	162,00	46,00	9,60	55,60	101,00	83,50	67,50	71,50	91,00
28	29	161,00	40,50	13,30	53,80	94,00	84,50	67,50	75,00	99,00
29	30	169,00	46,20	21,70	67,90	106,00	84,00	73,00	88,00	101,50
30	31	166,00	44,60	13,20	57,80	101,50	80,00	71,00	81,00	95,50
31	31	164,00	36,50	14,10	50,60	100,00	83,00	70,50	75,50	89,00
32	31	164,00	36,50	14,10	50,60	100,00	83,00	70,50	75,50	89,00
33	32	166,00	47,80	16,00	63,80	104,00	82,00	70,00	77,00	103,00
34	33	175,00	57,10	18,50	75,60	109,00	88,00	72,50	90,00	108,50
35	33	172,00	48,60	18,40	67,00	104,00	84,00	72,00	85,00	109,50
36	34	159,00	43,20	16,00	59,20	106,00	90,50	71,00	84,00	97,00

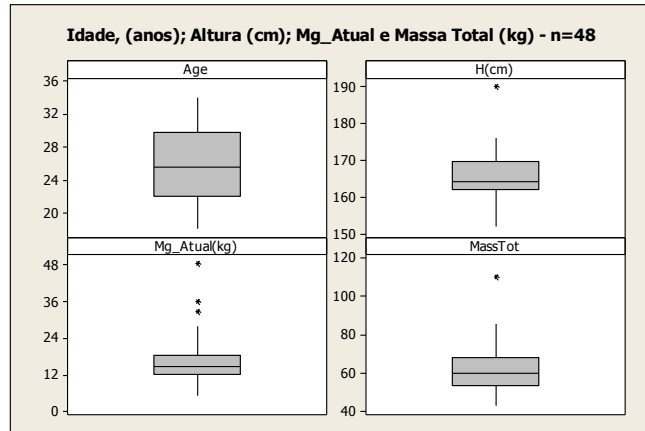
Anexo 2 – Parte 2/3 - Variáveis originais exceto pontos discrepantes n = 36

Var	11	12	13	14	15	16	17	18
n=36	PerBr_D (cm)	PerBr_E (cm)	PerAbr_D (cm)	PerAbr_E (cm)	PerCxP_D (cm)	PerCxP_E (cm)	PantD (cm)	PantE (cm)
1	25,50	25,00	23,00	22,00	55,00	55,00	34,00	34,00
2	27,00	26,00	24,00	24,00	53,00	53,00	31,00	31,00
3	31,00	31,00	24,00	24,00	54,00	52,00	39,00	39,00
4	27,00	26,00	24,00	24,00	54,00	54,00	37,00	36,00
5	28,00	27,50	23,00	23,00	55,50	56,00	35,00	35,00
6	27,00	27,00	22,00	22,50	55,00	52,00	34,00	34,00
7	25,50	25,50	22,00	22,00	54,00	54,00	33,00	34,00
8	30,00	29,00	25,00	23,00	59,00	59,00	38,00	39,00
9	28,00	29,00	24,00	24,00	57,00	57,00	34,00	34,00
10	28,50	27,00	24,00	23,00	55,00	56,00	35,00	36,00
11	28,50	28,00	25,00	24,00	59,00	58,00	39,00	38,00
12	24,50	24,50	21,00	21,00	42,50	42,50	31,50	32,00
13	27,00	28,00	23,00	23,00	61,00	60,50	35,00	35,00
14	27,00	28,00	24,00	24,50	58,00	57,00	36,00	35,50
15	28,50	28,50	25,00	24,00	61,00	58,00	37,00	37,00
16	31,00	31,00	26,00	27,00	62,00	62,00	38,00	39,00
17	33,00	33,00	25,50	25,00	72,00	71,00	39,00	40,00
18	23,50	23,00	21,50	21,00	45,00	44,00	31,50	32,00
19	25,00	26,00	22,00	22,00	58,00	56,00	34,00	34,00
20	29,00	28,50	23,50	23,50	59,00	59,00	39,00	39,00
21	26,50	26,50	22,50	22,50	48,50	49,00	34,00	32,00
22	27,00	27,00	24,00	24,00	57,00	56,00	36,00	36,00
23	25,00	25,00	22,00	22,00	51,50	51,50	34,00	33,00
24	30,50	29,50	25,00	24,00	57,50	59,00	34,00	35,00
25	24,50	24,50	21,50	21,50	51,00	51,00	35,00	35,00
26	31,00	31,00	26,00	25,50	61,00	61,00	41,00	41,50
27	27,00	25,50	23,00	22,00	56,00	56,00	35,00	35,50
28	27,50	27,50	22,50	22,50	58,50	58,00	35,50	36,00
29	29,50	29,50	24,00	24,00	61,00	61,00	38,50	38,50
30	25,50	26,00	22,00	22,00	57,00	57,00	34,50	34,50
31	25,00	24,00	21,00	20,00	50,00	49,50	32,00	32,00
32	25,00	24,00	21,00	20,00	50,00	49,50	32,00	32,00
33	28,00	27,50	23,50	23,50	63,00	63,00	38,50	38,50
34	29,50	29,50	24,50	24,50	64,00	62,50	39,00	40,00
35	30,00	29,00	25,00	24,50	65,50	64,00	39,00	38,00
36	30,00	30,00	24,50	24,00	57,00	58,00	36,00	36,00

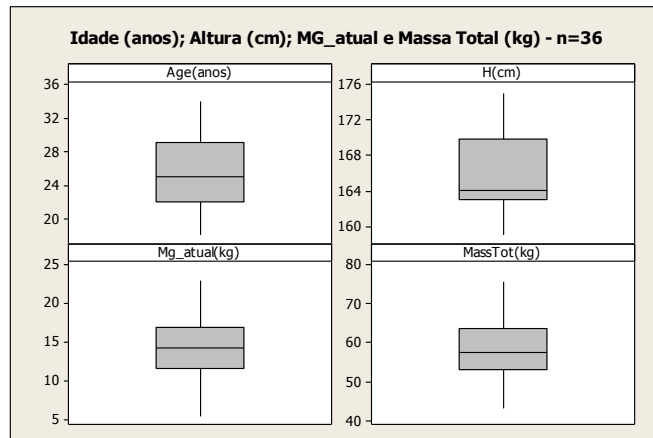
Anexo 2 – Parte 3/3 - Variáveis originais exceto pontos discrepantes n = 36

Var	19	20	21	22	23	24	25	26
n=36	Ax_DC (cm)	SbEsc_DC (cm)	PT_DC (cm)	Abd_DC (cm)	SI_DC (cm)	CxADC (cm)	TRI_DC (cm)	Soma das Dobras Cutâneas (DC) (cm)
1	0,72	1,20	0,50	2,60	2,83	2,30	1,33	11,48
2	0,43	0,85	0,35	1,00	0,65	1,85	1,25	6,38
3	1,75	1,80	2,00	4,80	3,20	2,80	2,72	19,07
4	1,12	1,18	1,78	2,30	1,52	2,30	1,20	11,40
5	1,18	2,17	1,62	2,82	2,47	2,77	2,05	15,08
6	1,70	2,00	1,90	2,60	2,03	2,18	2,05	14,46
7	1,21	1,65	1,00	2,00	1,33	2,08	1,61	10,88
8	1,02	1,12	0,70	3,50	2,20	2,67	2,52	13,73
9	1,60	1,60	1,35	3,03	2,28	2,32	1,50	13,68
10	1,40	1,52	1,73	2,50	2,10	2,44	1,78	13,47
11	2,12	2,25	1,29	3,68	3,10	2,80	2,12	17,36
12	0,42	0,61	0,31	0,92	0,58	1,62	0,84	5,30
13	1,53	1,68	1,53	1,80	1,40	2,60	1,30	11,84
14	1,90	1,22	0,63	1,55	1,05	2,92	1,21	10,48
15	1,61	1,43	1,32	3,70	2,80	2,30	1,69	14,85
16	1,30	1,50	1,80	2,30	2,00	2,50	2,10	13,50
17	1,80	1,60	1,90	3,20	3,40	2,93	2,66	17,49
18	0,70	1,80	0,40	1,50	1,90	1,53	1,24	9,07
19	1,30	2,80	0,70	3,60	2,00	2,42	1,50	14,32
20	0,86	0,92	0,42	1,60	0,80	3,20	1,95	9,75
21	0,81	1,20	0,63	1,35	1,92	2,80	1,70	10,41
22	1,90	1,10	0,80	2,50	1,75	2,72	2,90	13,67
23	0,85	0,95	0,67	1,25	0,80	2,11	1,80	8,43
24	1,20	1,52	1,93	2,62	1,40	2,20	1,39	12,26
25	0,95	0,90	0,67	2,50	1,12	2,25	1,20	9,59
26	1,60	1,80	1,02	2,73	2,23	2,80	2,10	14,28
27	0,56	0,65	0,70	1,85	1,10	1,85	1,22	7,93
28	1,00	1,00	1,15	2,65	1,42	2,60	2,90	12,72
29	2,73	1,70	1,90	3,14	2,24	3,45	2,75	17,91
30	1,36	1,10	0,90	2,00	1,25	3,00	1,70	11,31
31	2,43	1,94	1,02	3,80	2,65	1,40	1,51	14,75
32	2,43	1,94	1,02	3,80	2,65	1,40	1,51	14,75
33	1,05	1,32	1,08	2,35	1,15	3,52	2,38	12,85
34	1,22	1,35	1,12	2,15	1,40	3,21	1,90	12,35
35	1,80	1,80	1,90	2,33	1,08	2,47	2,95	14,33
36	1,60	1,53	1,00	3,02	2,53	2,17	2,20	14,05

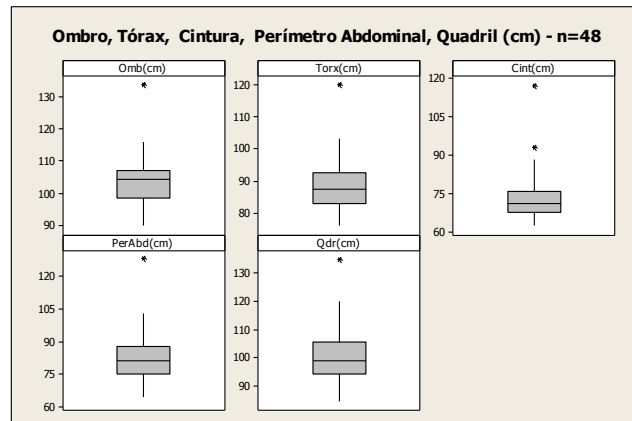
ANEXO 3 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis Idade, Altura, Massa Gorda Corporal Atual e Massa Total – n = 48



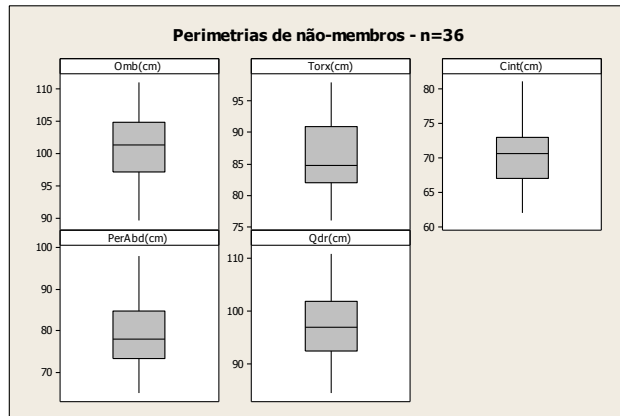
ANEXO 4 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis Idade, Altura, Massa Gorda Corporal e Massa Total - (n=36)



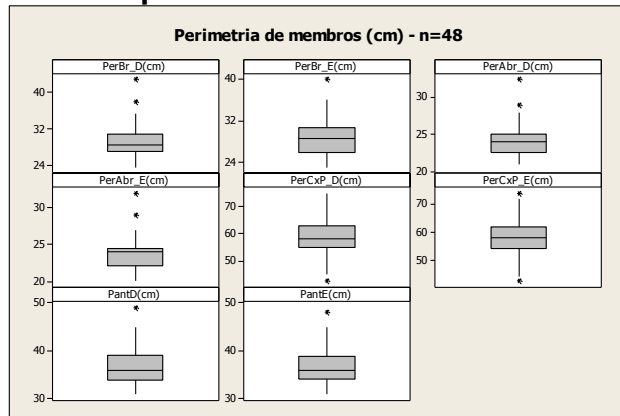
ANEXO 5 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis das regiões supra e infra diafragmáticas – (n =48)



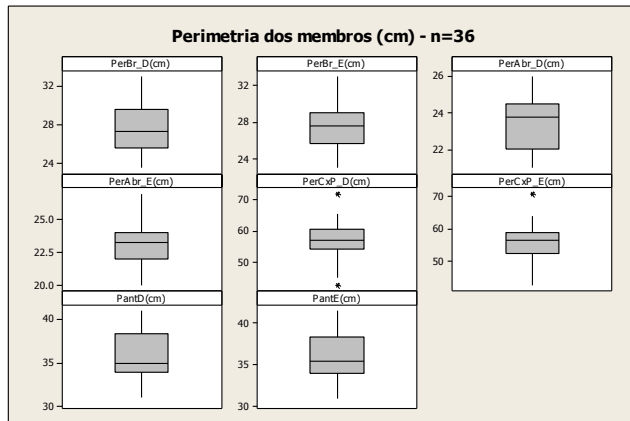
ANEXO 6 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis das regiões supra e infra diafrâmicas– (n = 36)



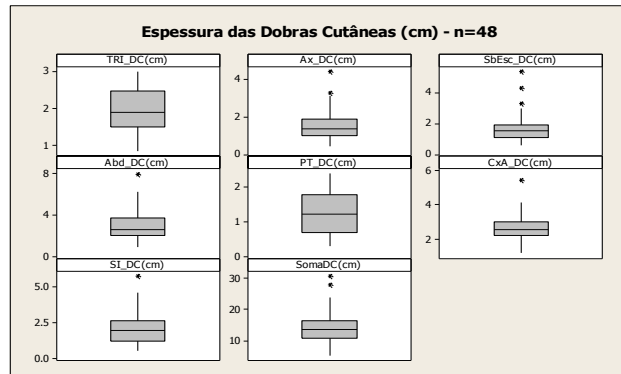
ANEXO 7 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis membros – (n = 48)



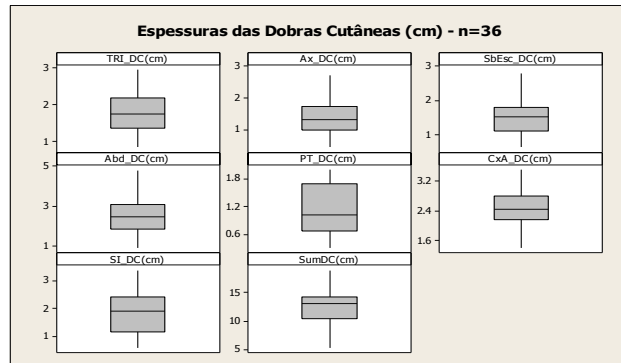
ANEXO 8 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis membros – (n = 36)



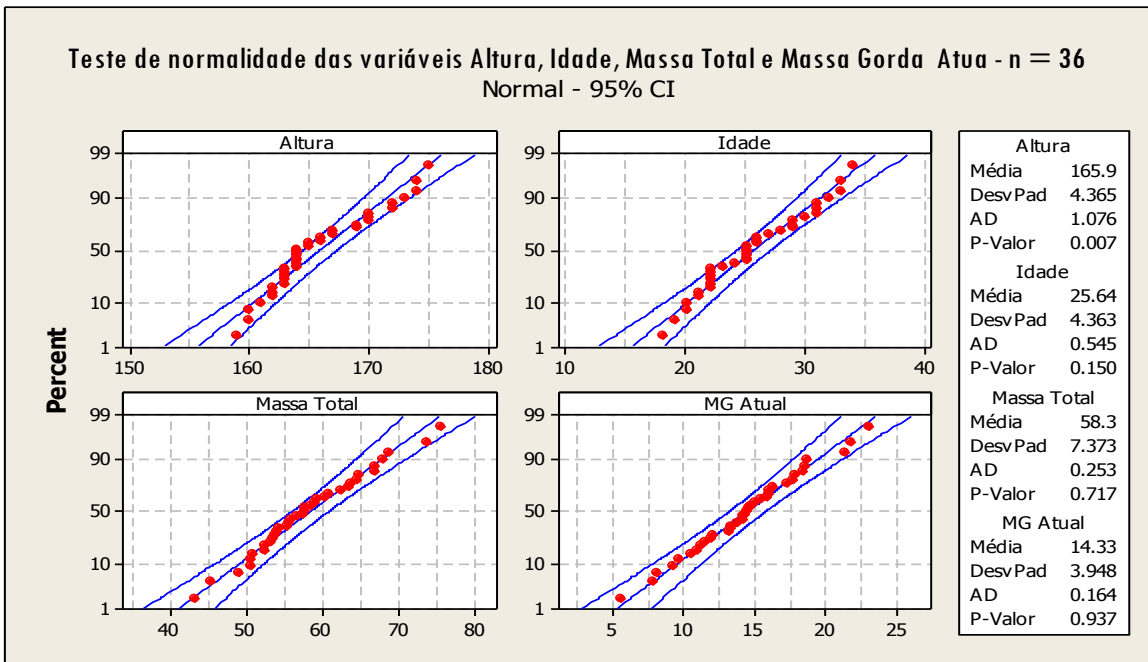
ANEXO 9 - Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis dobras cutâneas – (n = 48)



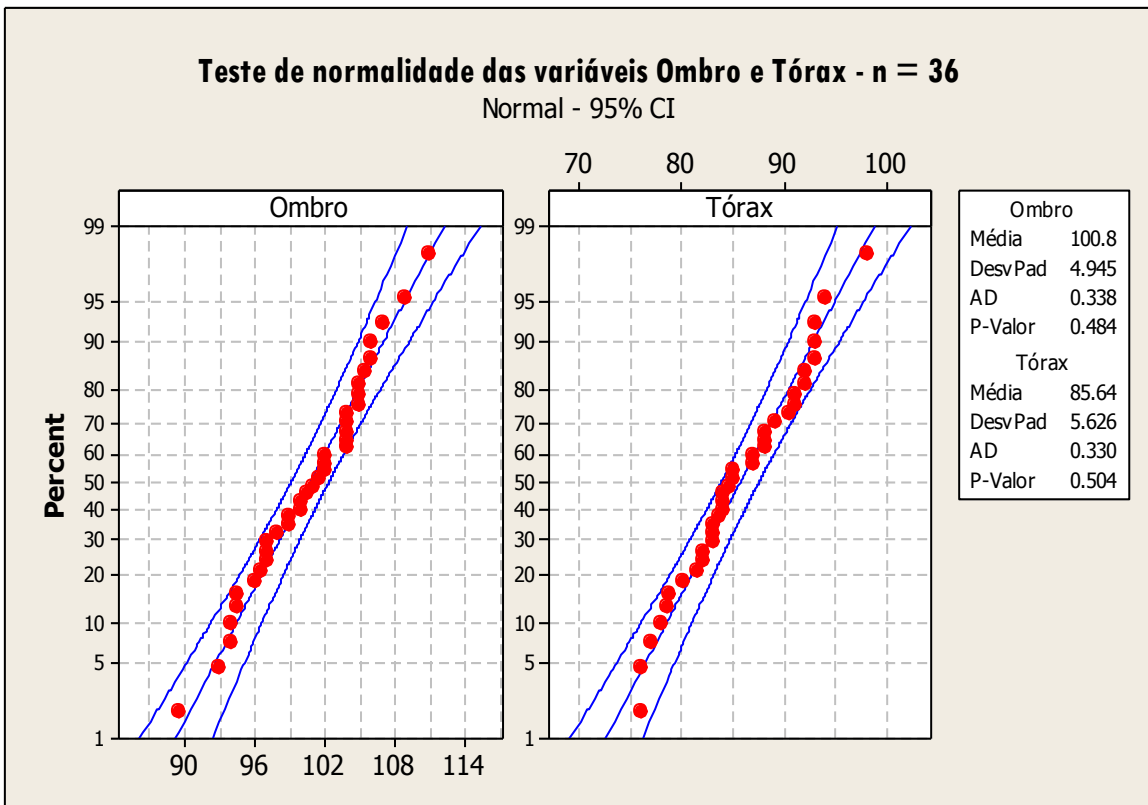
ANEXO 10 – Box-plots comparativos e identificadores de pontos discrepantes das variáveis membros – (n = 36)



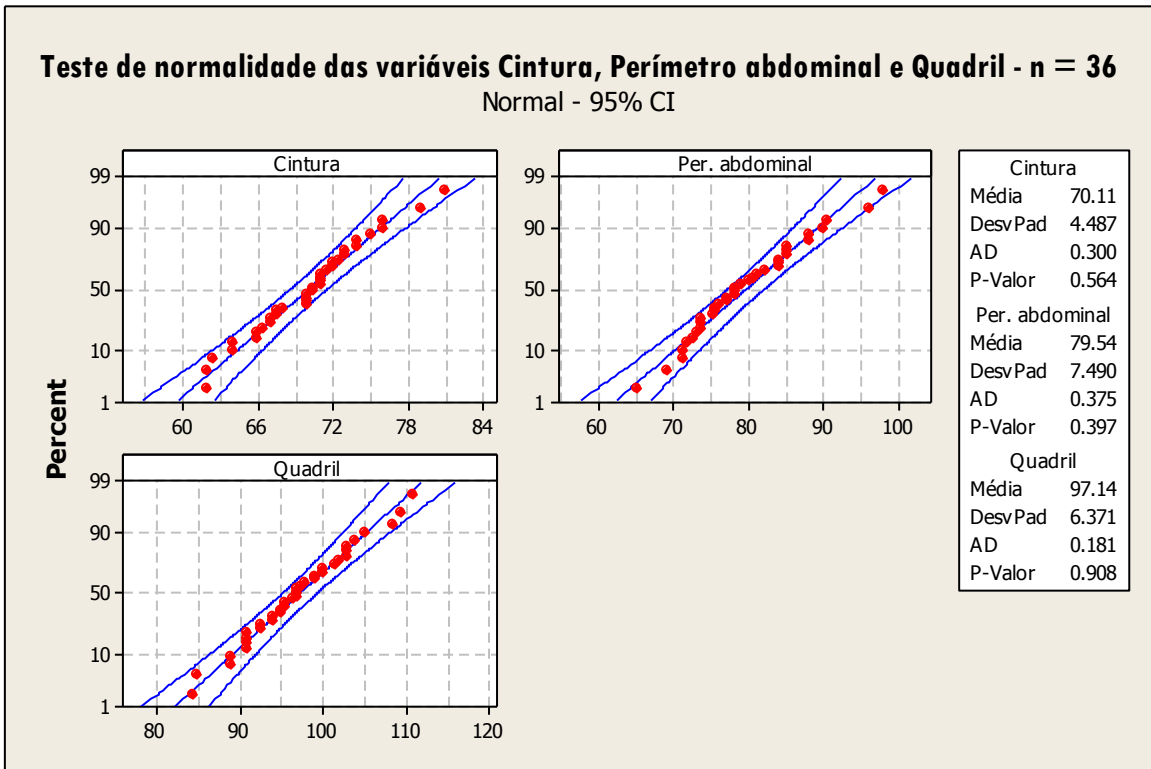
ANEXO 11 – Teste de normalidade das variáveis Altura, Idade, Massa Total e Massa Gorda Atual (n = 36)



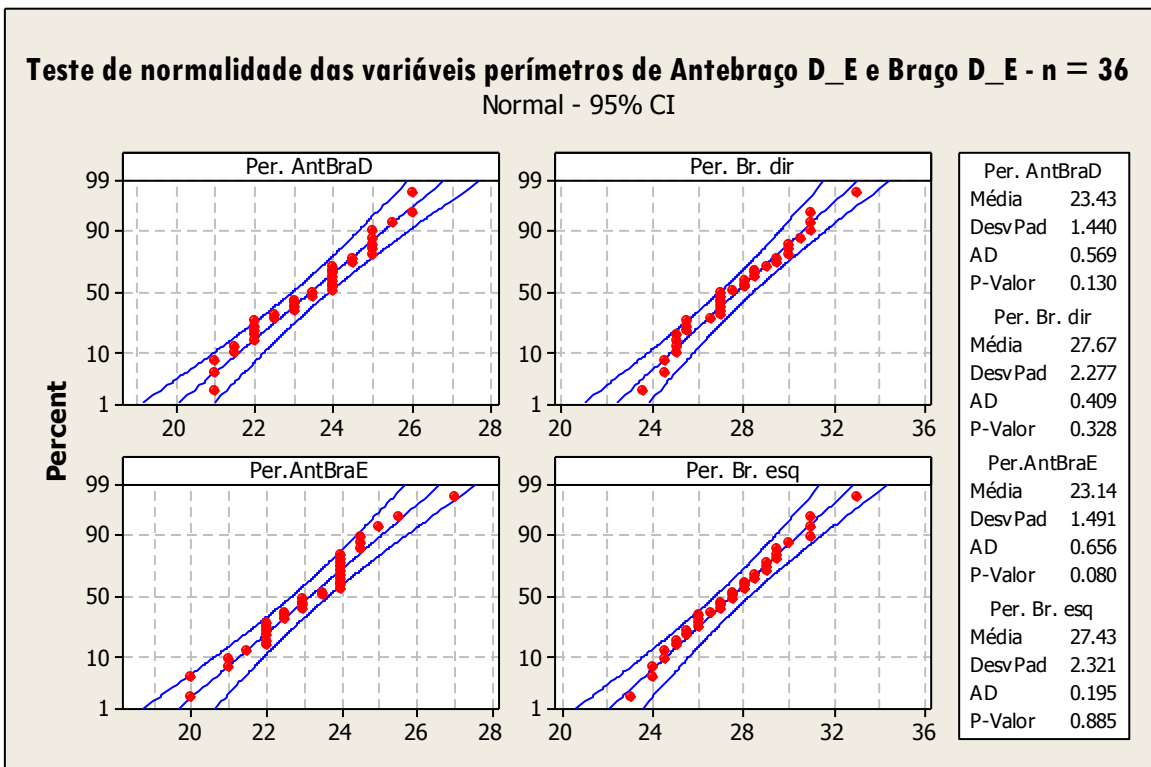
ANEXO 12 – Teste de normalidade das variáveis Ombro e Tórax - (n = 36)



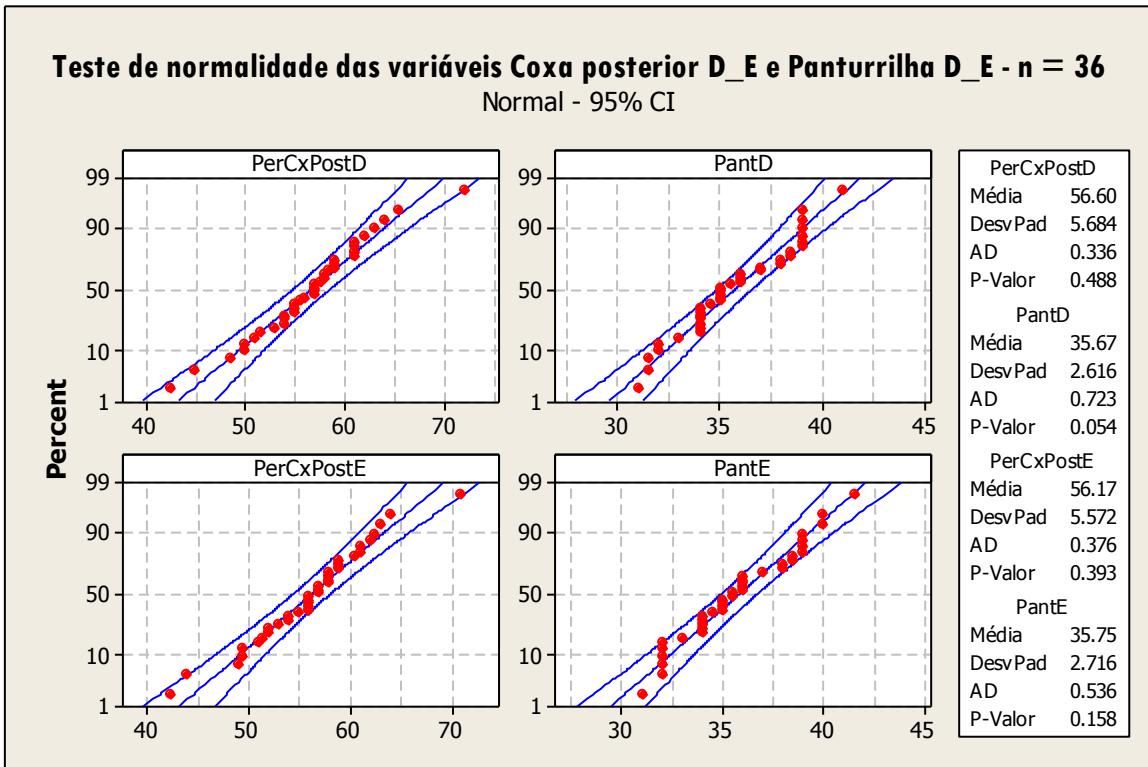
ANEXO 13 – Teste de normalidade das variáveis infra diafragmáticas Cintura, Perímetro abdominal e Quadril – n = 36



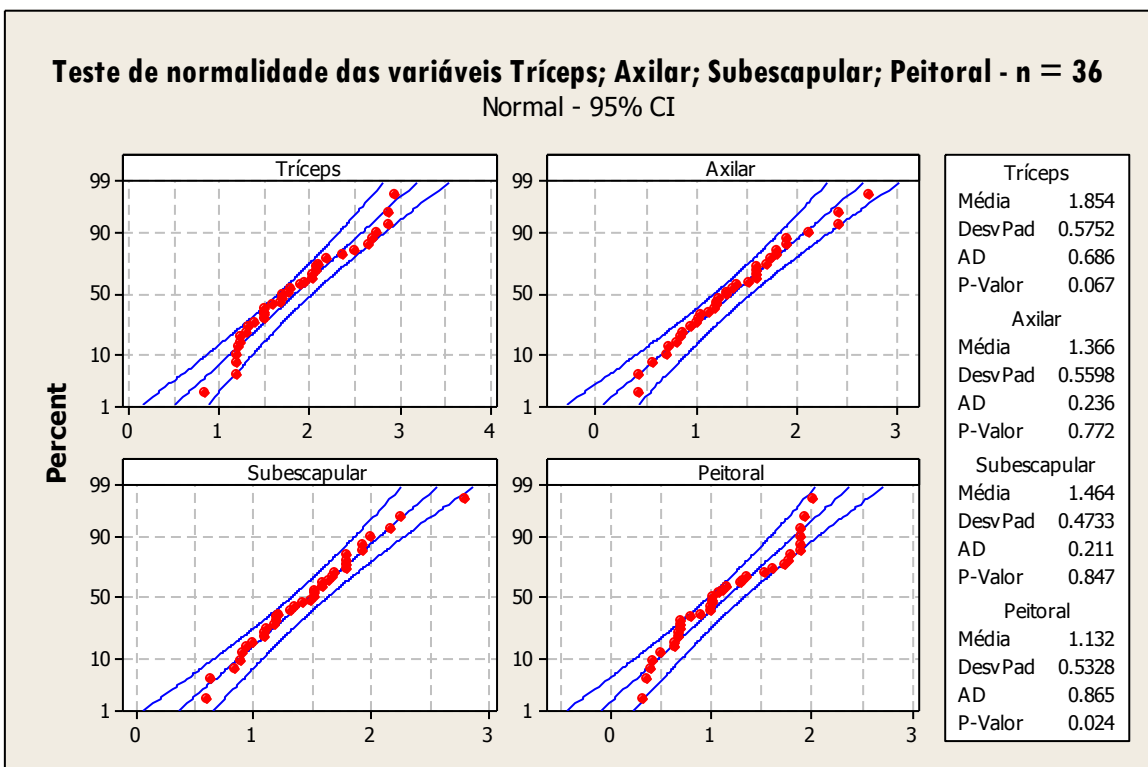
ANEXO 14 – Teste de normalidade das variáveis membros superiores Antebraço direito e esquerdo e Braço direito e esquerdo – (n = 36)



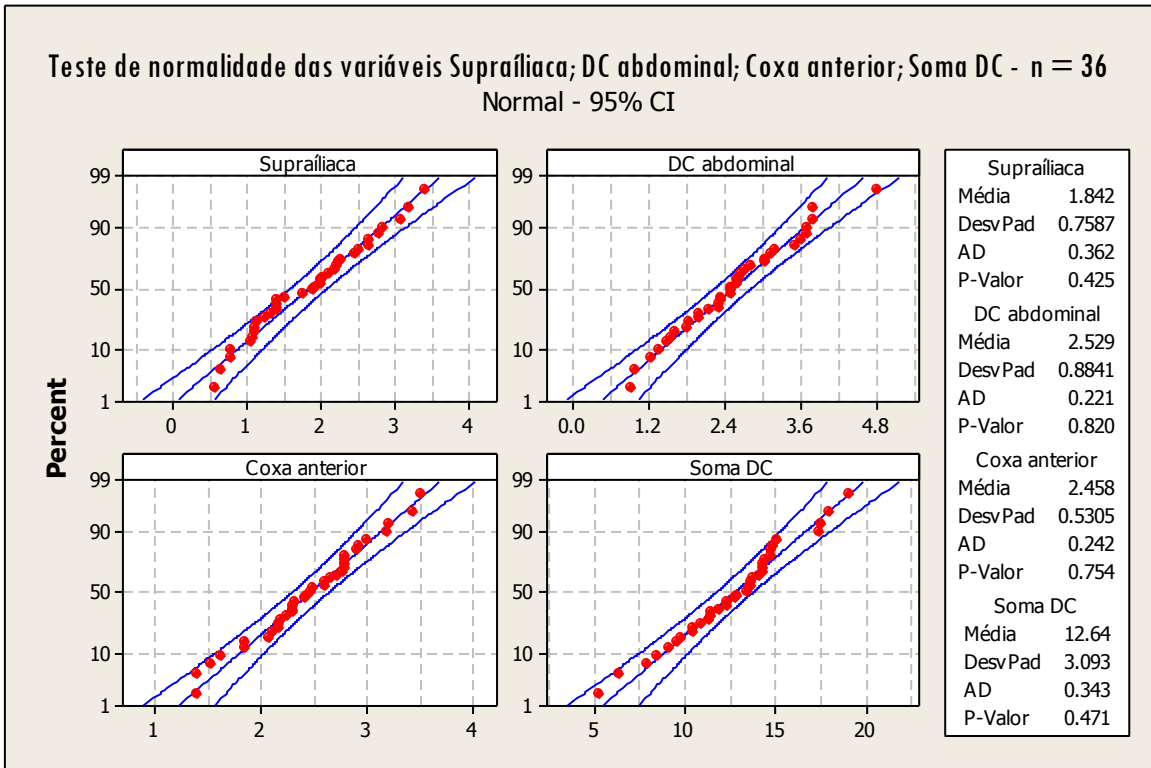
ANEXO 15 – Teste de normalidade das variáveis membros inferiores Coxa posterior direita e esquerda e Panturrilha direita e esquerda – (n = 36)



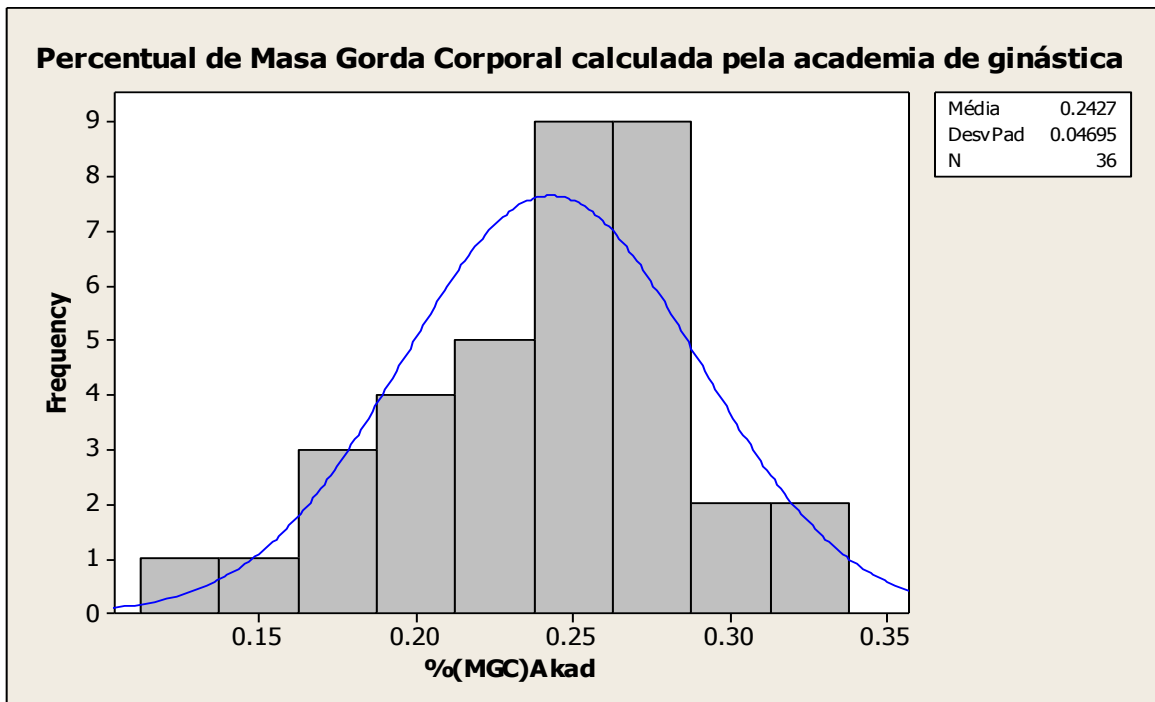
ANEXO 16 – Teste de normalidade das variáveis dobras cutâneas (DC) Tríceps, Axilar, Subescapular e Peitoral - (n = 36)



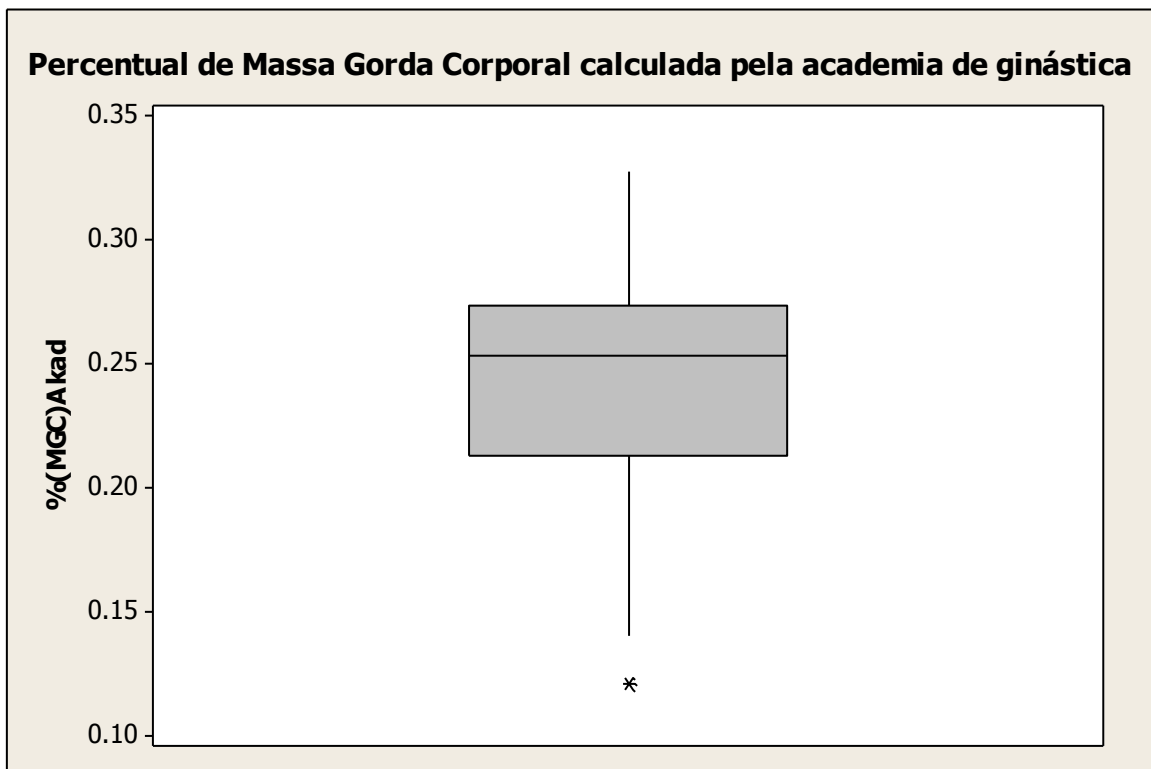
ANEXO 17 – Teste de normalidade das variáveis dobras cutâneas (DC) Supraílica, Abdominal, Coxa anterior e Soma das dobras cutâneas - (n = 36)



ANEXO 18 – Percentual de Massa Gorda Corporal calculada pelo sistema da academia de ginástica - (n = 36)



ANEXO 19 – Intervalos de Percentual de Massa Gorda Corporal calculada pelo sistema da academia de ginástica - (n = 36)



ANEXO 20 - Matriz de correlação amostral das 25 variáveis originais codificadas – n = 36

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V2	0,186 0,278								
V3	0,527 0,001	0,285 0,091							
V4	0,296 0,080	0,242 0,156	0,826 0,000						
V5	0,376 0,024	0,312 0,064	0,880 0,000	0,760 0,000					
V6	0,197 0,250	-0,058 0,738	0,627 0,000	0,693 0,000	0,640 0,000				
V7	0,192 0,261	0,200 0,243	0,756 0,000	0,864 0,000	0,788 0,000	0,705 0,000			
V8	0,365 0,029	0,216 0,206	0,846 0,000	0,853 0,000	0,742 0,000	0,685 0,000	0,802 0,000		

Continua

Continuação do Anexo 20

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V9	0,421 0,011	0,237 0,165	0,927 0,000	0,791 0,000	0,773 0,000	0,575 0,000	0,721 0,000	0,789 0,000	
V10	0,319 0,058	0,100 0,563	0,858 0,000	0,788 0,000	0,750 0,000	0,707 0,000	0,718 0,000	0,821 0,000	0,832 0,000
V11	0,322 0,055	0,088 0,611	0,870 0,000	0,802 0,000	0,741 0,000	0,759 0,000	0,713 0,000	0,821 0,000	0,855 0,000
V12	0,410 0,013	-0,013 0,939	0,791 0,000	0,643 0,000	0,685 0,000	0,697 0,000	0,606 0,000	0,737 0,000	0,789 0,000
V13	0,445 0,007	-0,036 0,835	0,788 0,000	0,589 0,000	0,621 0,000	0,663 0,000	0,469 0,004	0,713 0,000	0,778 0,000
V14	0,296 0,080	0,251 0,140	0,854 0,000	0,751 0,000	0,718 0,000	0,527 0,001	0,694 0,000	0,717 0,000	0,928 0,000
V15	0,273 0,108	0,269 0,112	0,846 0,000	0,717 0,000	0,713 0,000	0,512 0,001	0,666 0,000	0,713 0,000	0,914 0,000
V16	0,208 0,224	0,216 0,206	0,793 0,000	0,740 0,000	0,612 0,000	0,470 0,004	0,658 0,000	0,691 0,000	0,807 0,000
V17	0,185 0,280	0,210 0,218	0,831 0,000	0,753 0,000	0,669 0,000	0,491 0,002	0,704 0,000	0,748 0,000	0,835 0,000
V18	-0,072 0,677	-0,134 0,436	0,201 0,240	0,628 0,000	0,264 0,119	0,516 0,001	0,547 0,001	0,448 0,006	0,163 0,342
V19	0,145 0,398	0,280 0,098	0,539 0,001	0,707 0,000	0,374 0,024	0,316 0,061	0,517 0,001	0,548 0,001	0,633 0,000
V20	0,095 0,581	0,294 0,081	0,370 0,026	0,691 0,000	0,514 0,001	0,470 0,004	0,611 0,000	0,444 0,007	0,324 0,054
V21	-0,045 0,792	-0,003 0,987	0,135 0,433	0,511 0,001	0,186 0,278	0,411 0,013	0,414 0,012	0,330 0,050	0,154 0,369
V22	-0,105 0,543	0,059 0,733	0,269 0,113	0,692 0,000	0,354 0,034	0,511 0,001	0,625 0,000	0,470 0,004	0,251 0,139
V23	0,161 0,349	-0,002 0,993	0,557 0,000	0,729 0,000	0,513 0,001	0,583 0,000	0,608 0,000	0,656 0,000	0,572 0,000
V24	0,278 0,101	0,130 0,451	0,674 0,000	0,569 0,000	0,424 0,010	0,281 0,097	0,424 0,010	0,472 0,004	0,671 0,000
V25	0,065 0,706	0,111 0,520	0,525 0,001	0,910 0,000	0,518 0,001	0,628 0,000	0,760 0,000	0,671 0,000	0,525 0,001

Continua

Continuação do Anexo 20

	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
V11	0,959 0,000								
V12	0,884 0,000	0,849 0,000							
V13	0,822 0,000	0,853 0,000	0,923 0,000						
V14	0,754 0,000	0,783 0,000	0,730 0,000	0,709 0,000					
V15	0,772 0,000	0,786 0,000	0,748 0,000	0,717 0,000	0,985 0,000				
V16	0,776 0,000	0,775 0,000	0,746 0,000	0,723 0,000	0,754 0,000	0,740 0,000			
V17	0,815 0,000	0,805 0,000	0,761 0,000	0,720 0,000	0,781 0,000	0,772 0,000	0,968 0,000		
V18	0,353 0,035	0,346 0,039	0,264 0,120	0,110 0,522	0,206 0,227	0,167 0,330	0,238 0,163	0,243 0,153	
V19	0,620 0,000	0,603 0,000	0,453 0,005	0,439 0,007	0,579 0,000	0,555 0,000	0,645 0,000	0,630 0,000	0,322 0,056
V20	0,280 0,099	0,317 0,060	0,184 0,283	0,150 0,384	0,332 0,048	0,286 0,091	0,294 0,082	0,259 0,126	0,549 0,001
V21	0,120 0,485	0,166 0,333	0,052 0,765	0,031 0,859	0,187 0,274	0,129 0,455	0,091 0,597	0,079 0,646	0,592 0,000
V22	0,355 0,033	0,339 0,043	0,216 0,206	0,056 0,744	0,272 0,108	0,219 0,199	0,326 0,052	0,344 0,040	0,810 0,000
V23	0,613 0,000	0,584 0,000	0,449 0,006	0,467 0,004	0,496 0,002	0,480 0,003	0,420 0,011	0,431 0,009	0,411 0,013
V24	0,538 0,001	0,617 0,000	0,495 0,002	0,582 0,000	0,661 0,000	0,670 0,000	0,759 0,000	0,713 0,000	0,035 0,840
V25	0,570 0,000	0,583 0,000	0,414 0,012	0,337 0,045	0,524 0,001	0,476 0,003	0,541 0,001	0,531 0,001	0,803 0,000
	V19	V20	V21	V22	V23	V24			
V20	0,411 0,013								
V21	0,189 0,269	0,576 0,000							
V22	0,421 0,010	0,641 0,000	0,599 0,000						
V23	0,446 0,006	0,524 0,001	0,446 0,006	0,474 0,004					
V24	0,555 0,000	0,167 0,329	0,012 0,944	0,073 0,672	0,262 0,122				

Continua

Continuação do Anexo 20

	V19	V20	V21	V22	V23	V24
V25	0,661	0,782	0,688	0,865	0,700	0,382
	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	0,022

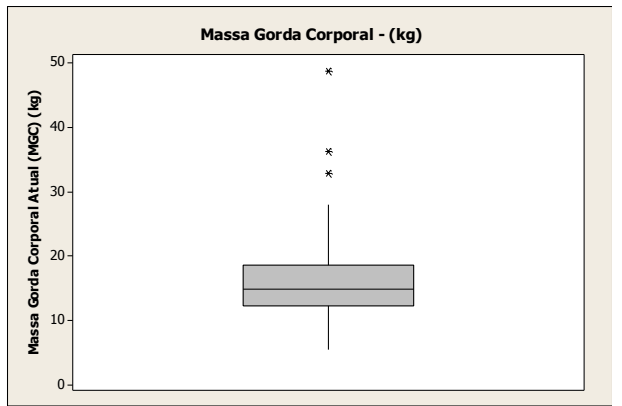
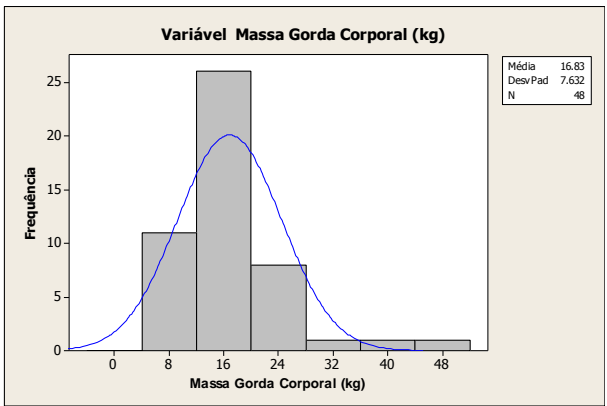
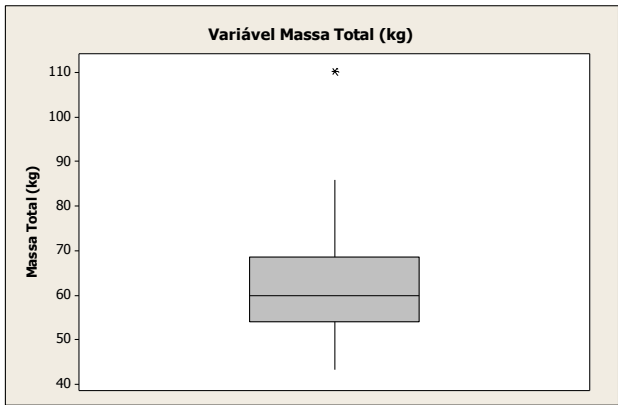
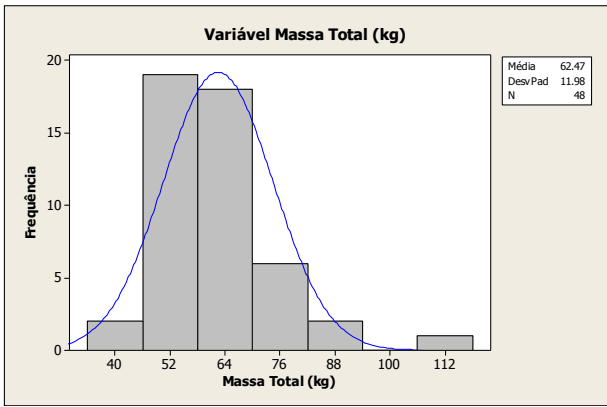
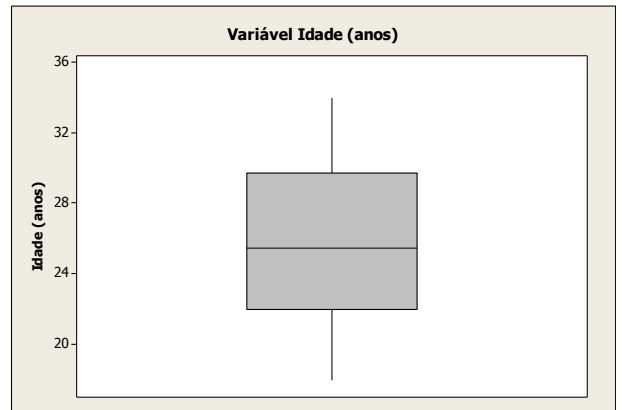
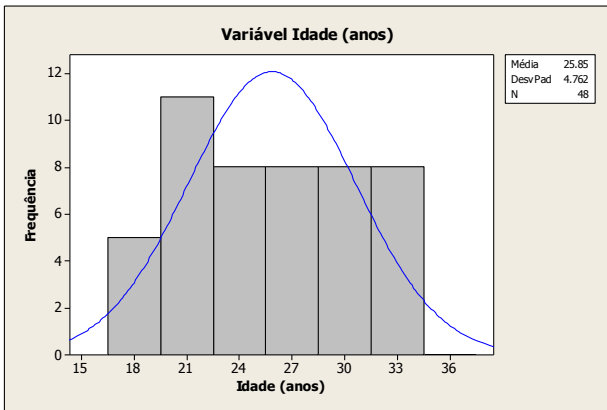
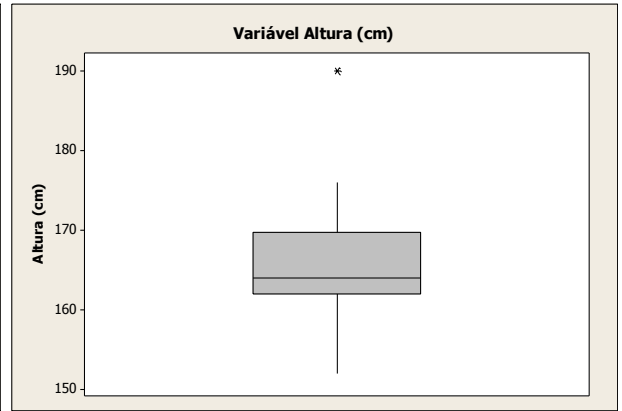
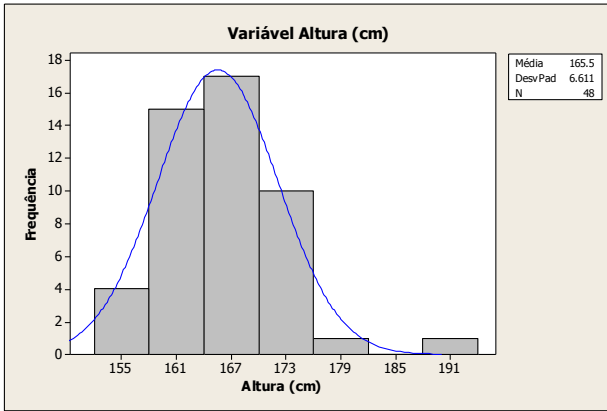
Conteúdo das células:

Correlação amostral de Pearson

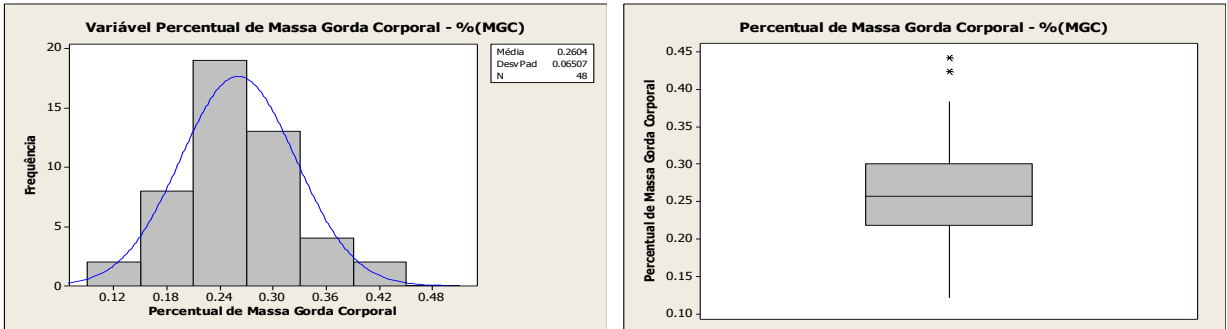
P-Valor (válido apenas sob suposição de normalidade das variáveis)

Fonte: banco de dados original codificado (Anexo 2, partes 1/3, 2/3, 3/3 p.xx-xx)

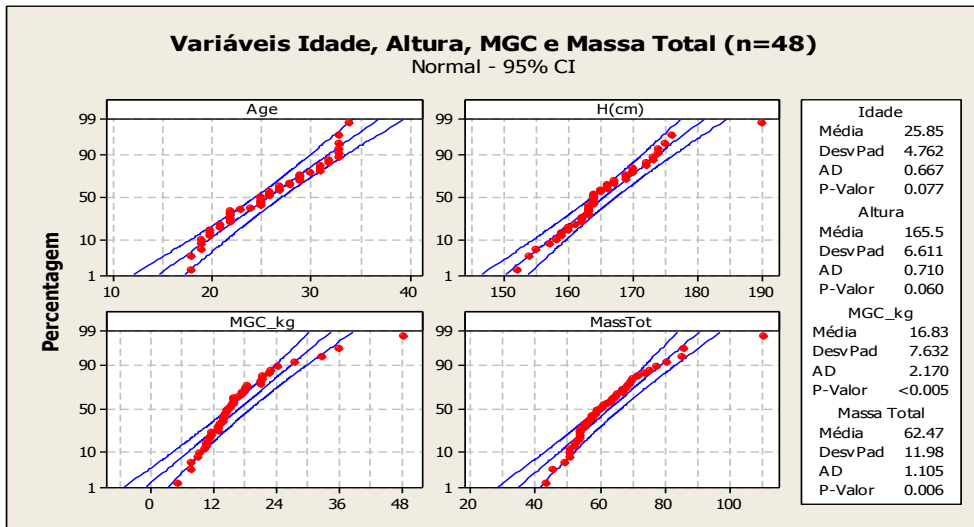
ANEXO 21 – Estatísticas descritivas gráficas das variáveis Altura, Idade e Massa Total – (n = 48)



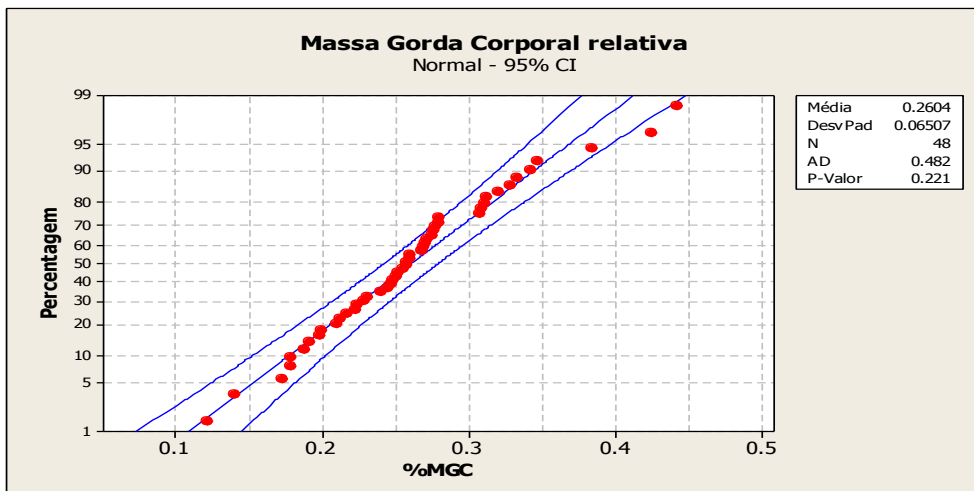
ANEXO 22 – Estatísticas descritivas gráficas da variável Massa Gorda Corporal (n = 48)



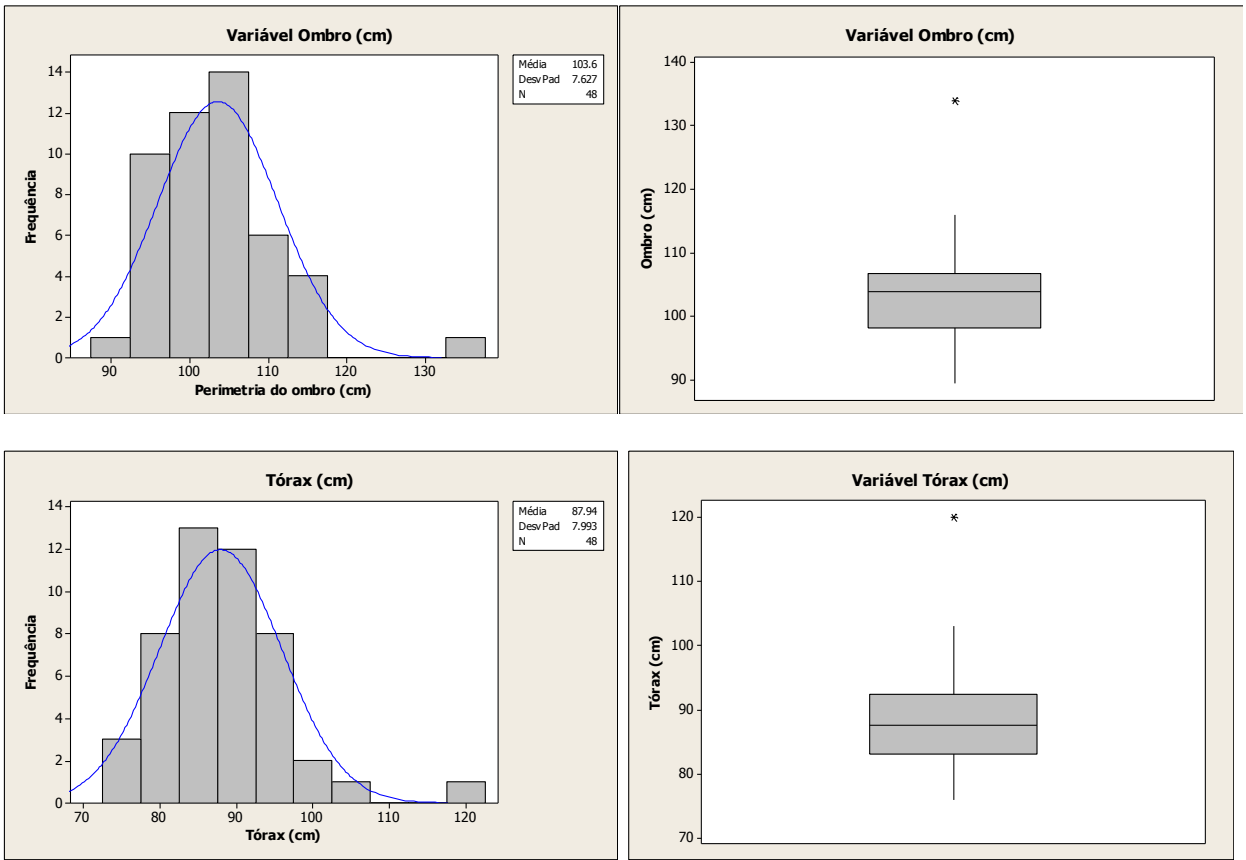
ANEXO 23 – Teste de normalidade das variáveis Altura, Massa Gorda Corporal e Massa Total – (n = 48)



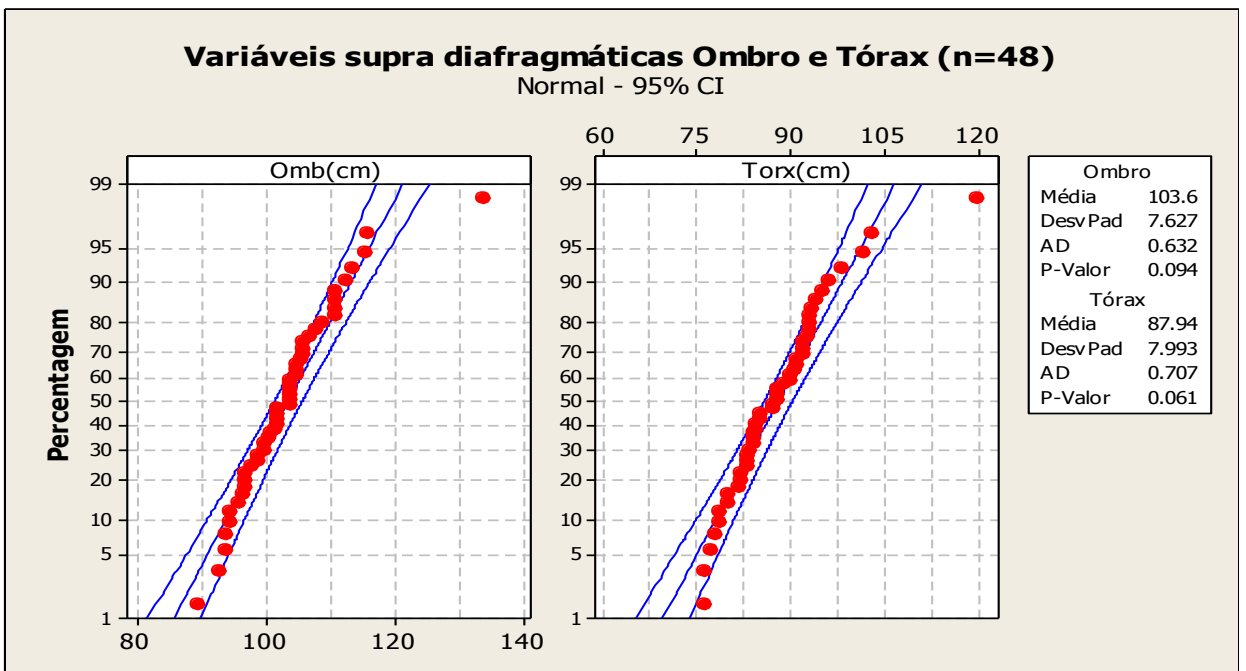
ANEXO 24 – Teste de normalidade variável Percentagem de Massa Gorda Corporal e Massa Total – (n = 48)



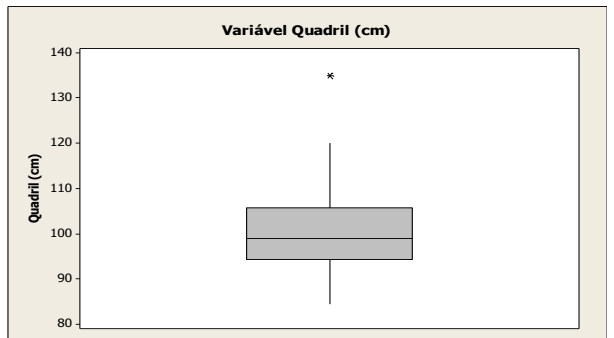
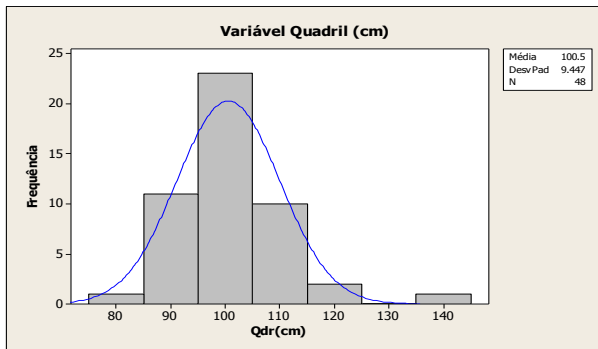
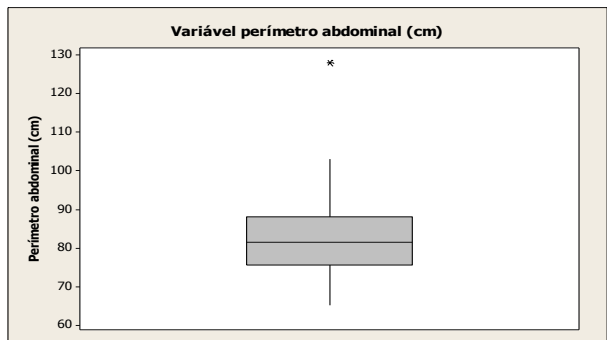
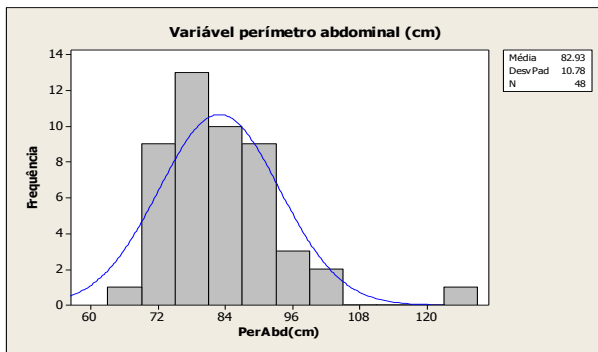
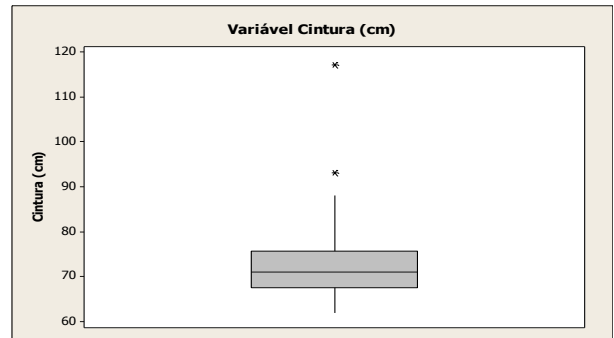
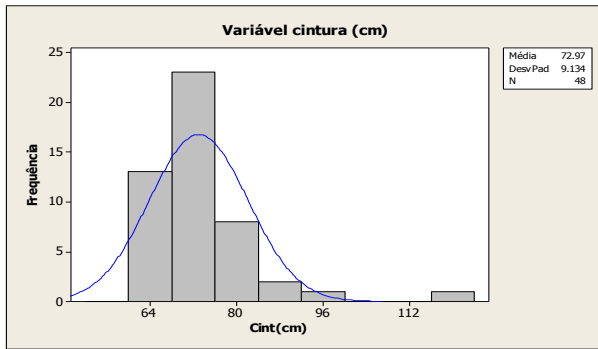
ANEXO 25 – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis supra diafragmáticas – (n = 48)



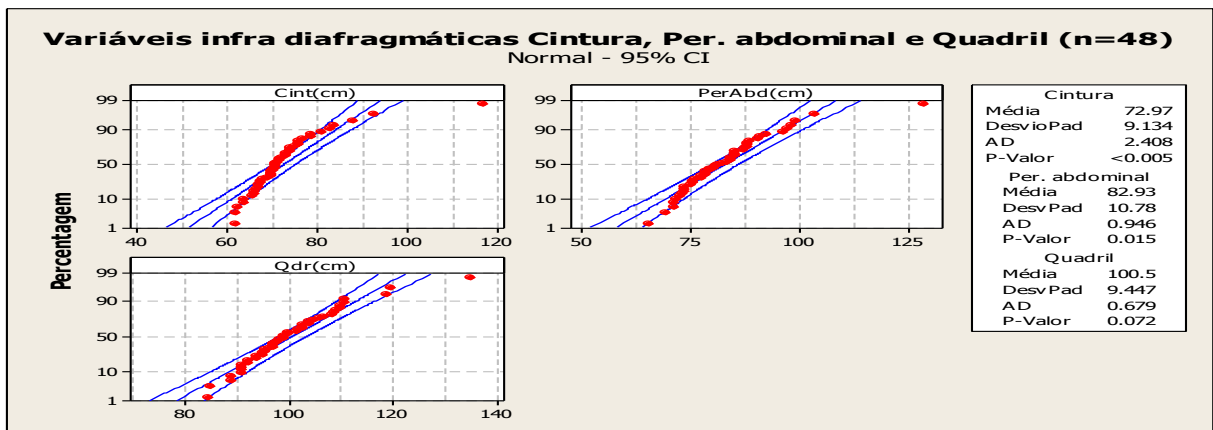
ANEXO 26 – Testes de normalidade das Variáveis supra diafragmáticas – (n = 48)



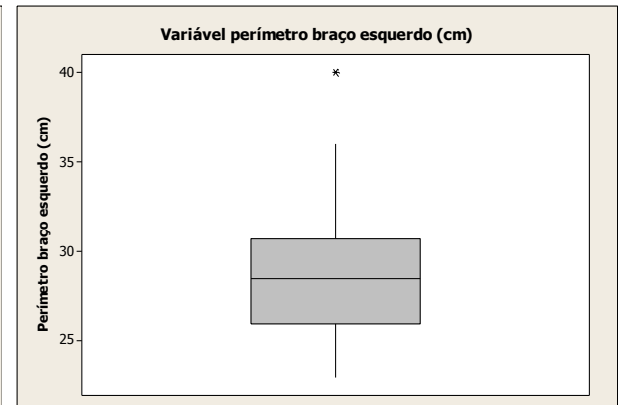
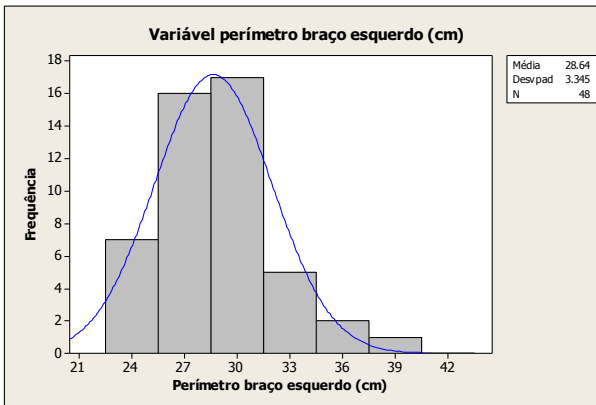
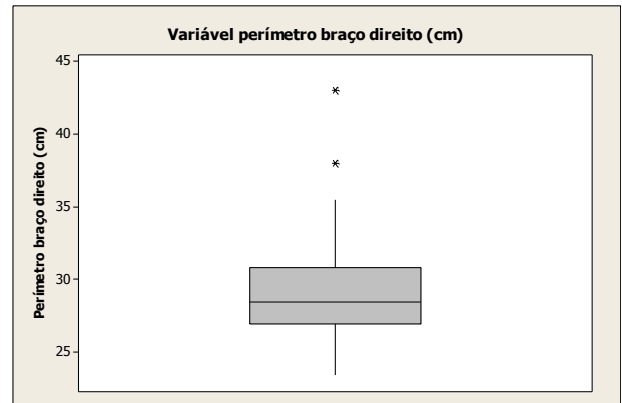
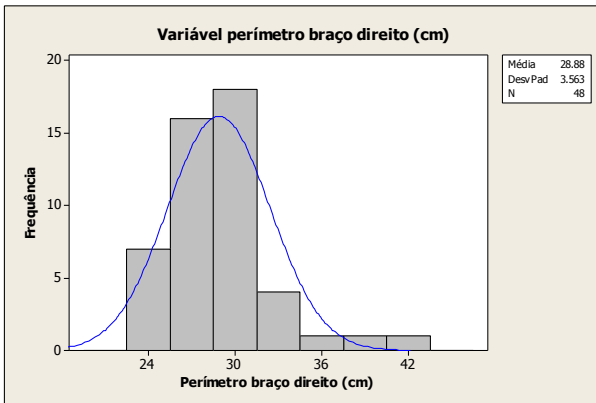
ANEXO 27 – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis infra diafragmáticas – (n = 48)



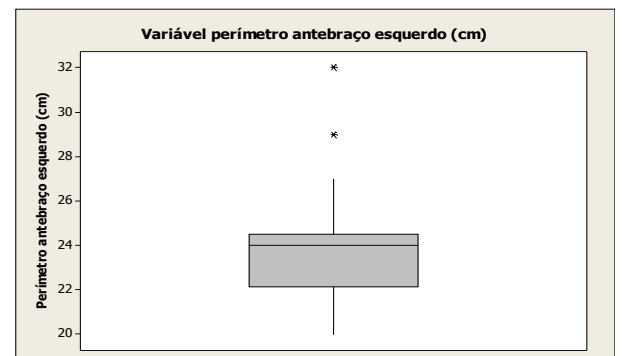
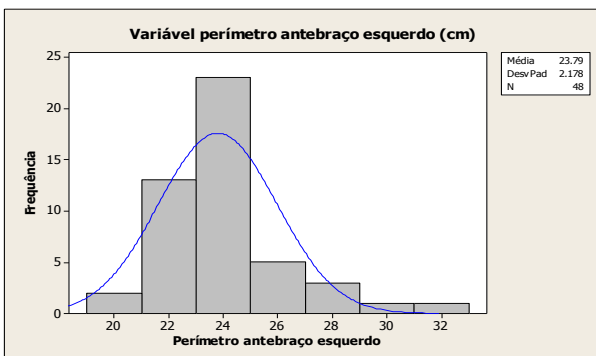
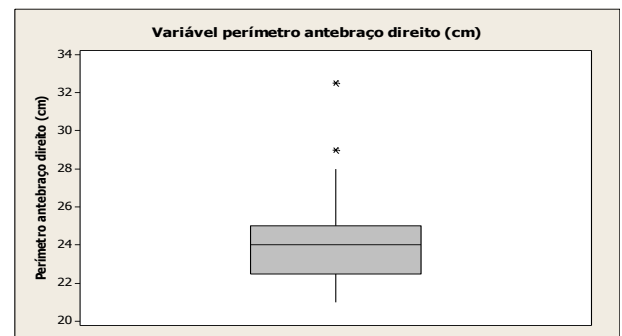
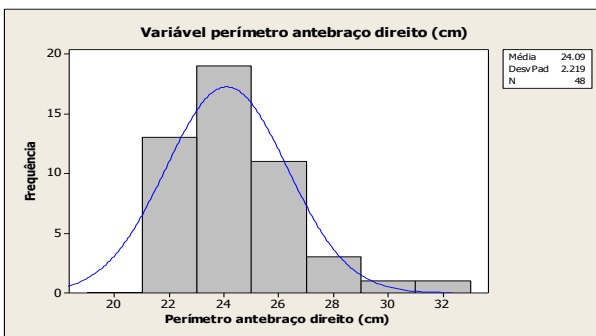
ANEXO 28 – Testes de normalidade das Variáveis infra diafragmáticas – (n = 48)



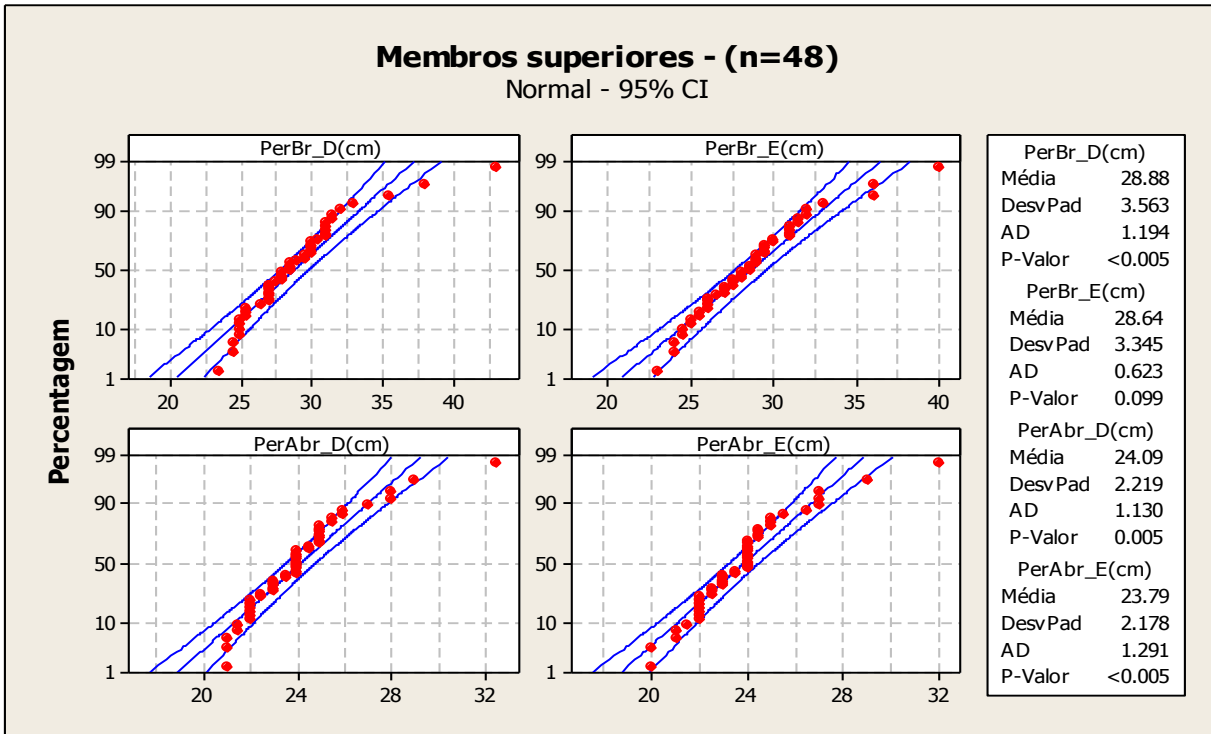
ANEXO 29-A – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis membros superiores – (n = 48)



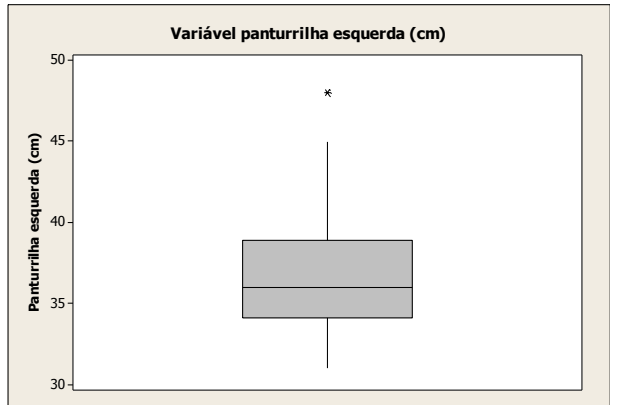
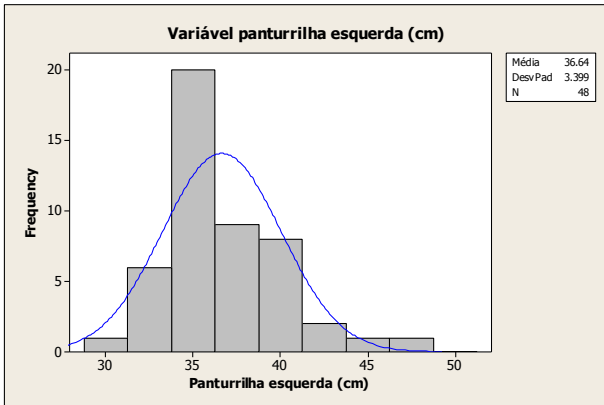
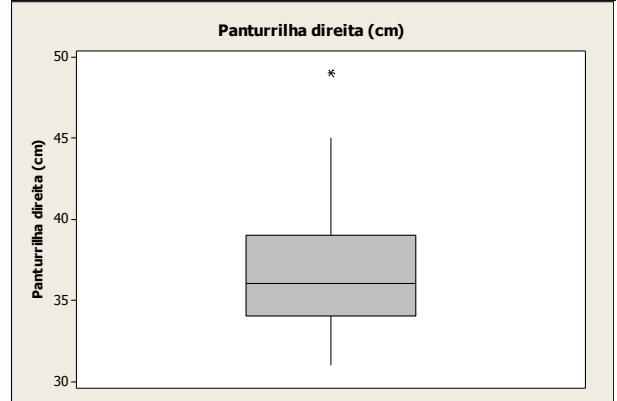
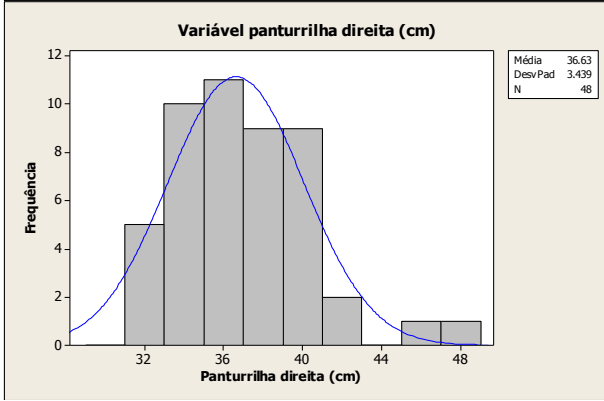
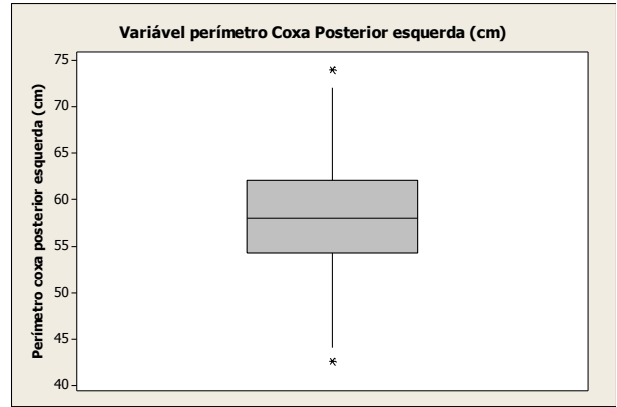
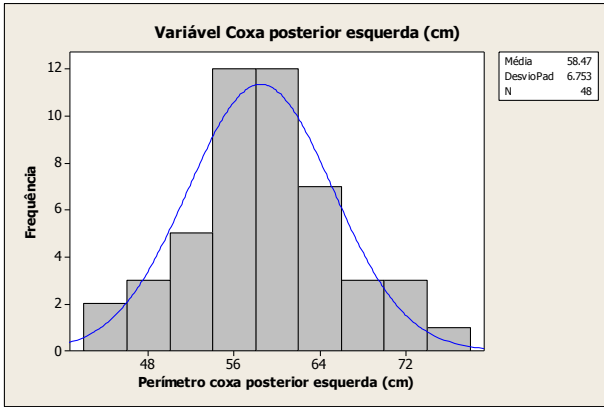
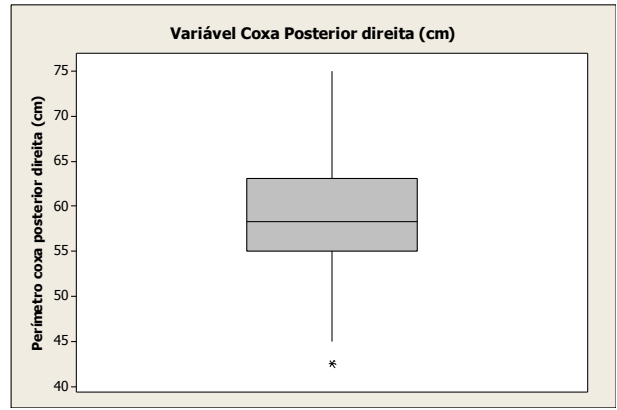
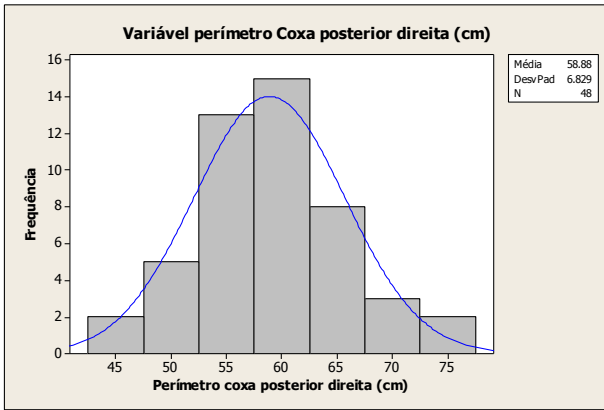
ANEXO 29-B – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis membros superiores – (n = 48)



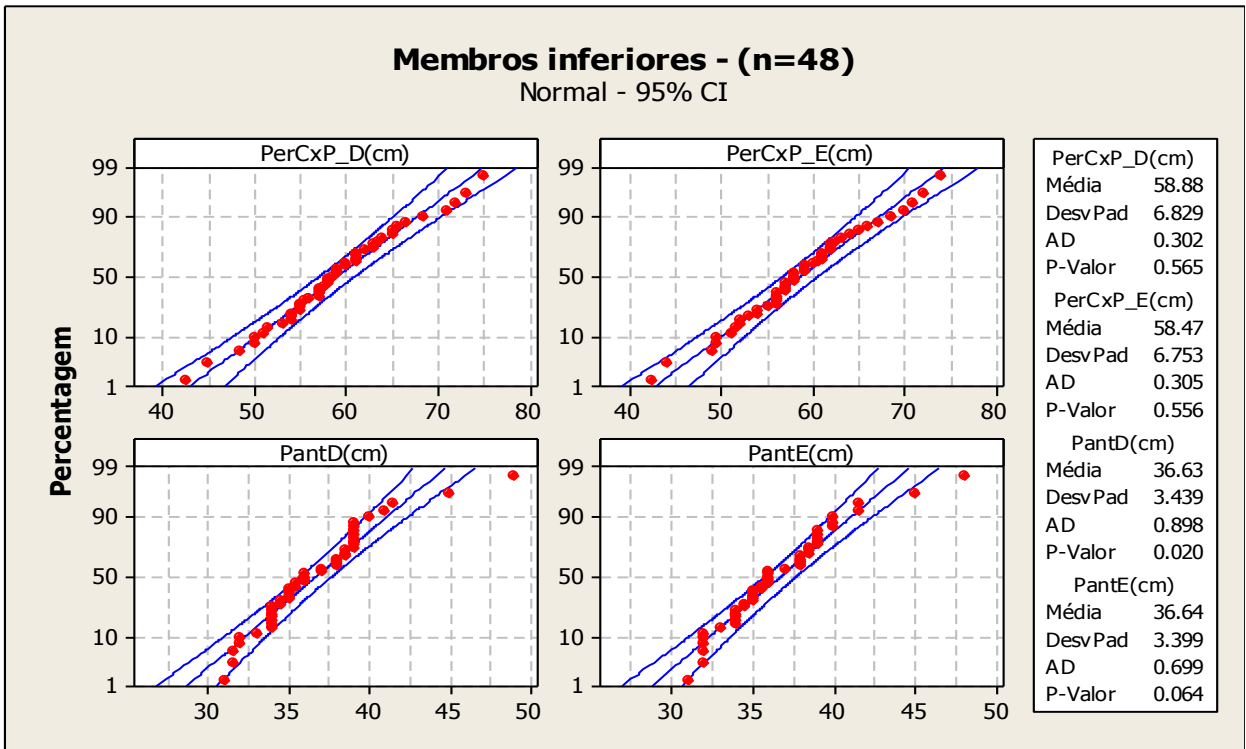
ANEXO 30 – Testes de normalidade das Variáveis membros superiores – (n = 48)



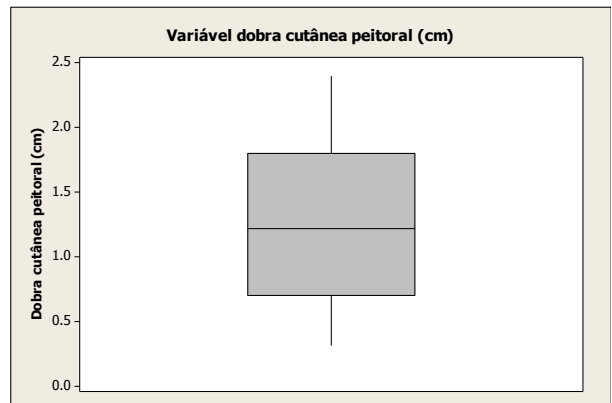
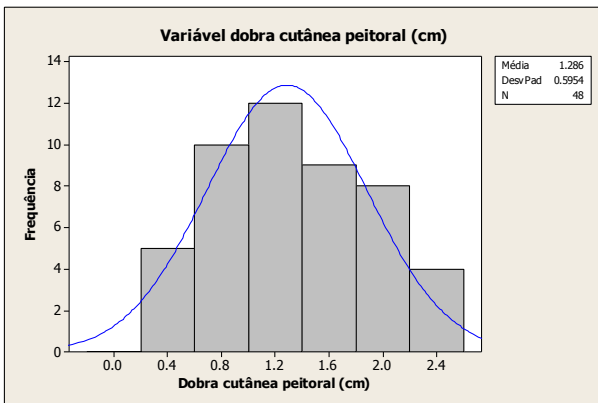
ANEXO 31 – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis membros inferiores – (n = 48)



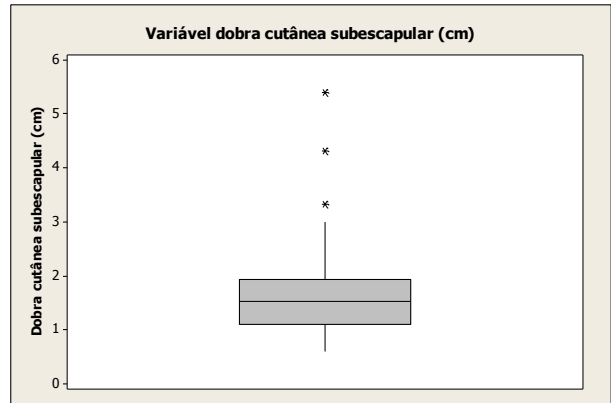
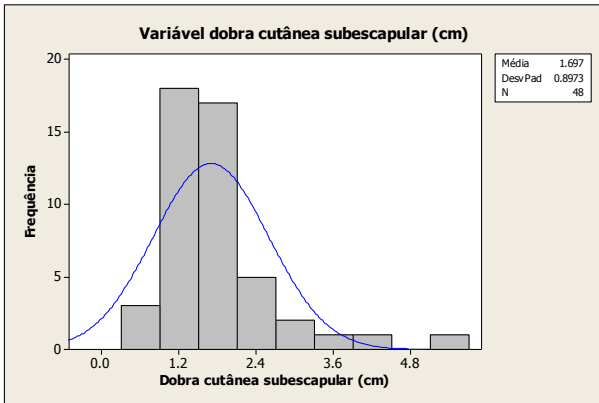
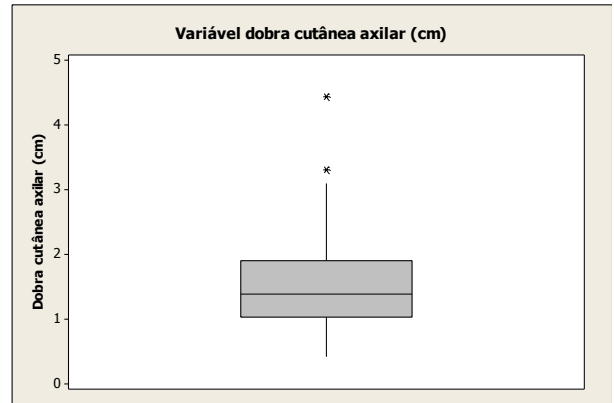
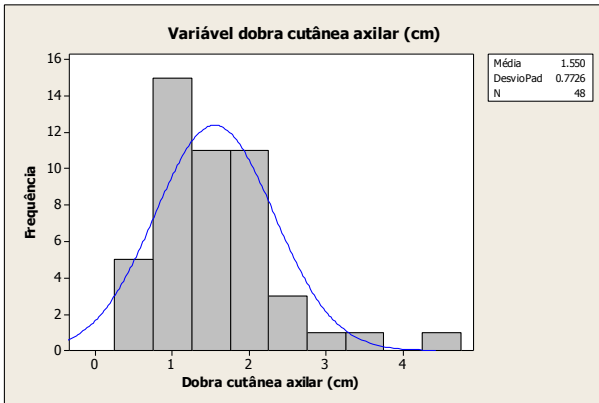
ANEXO 32 – Testes de normalidade das Variáveis membros inferiores – (n = 48)



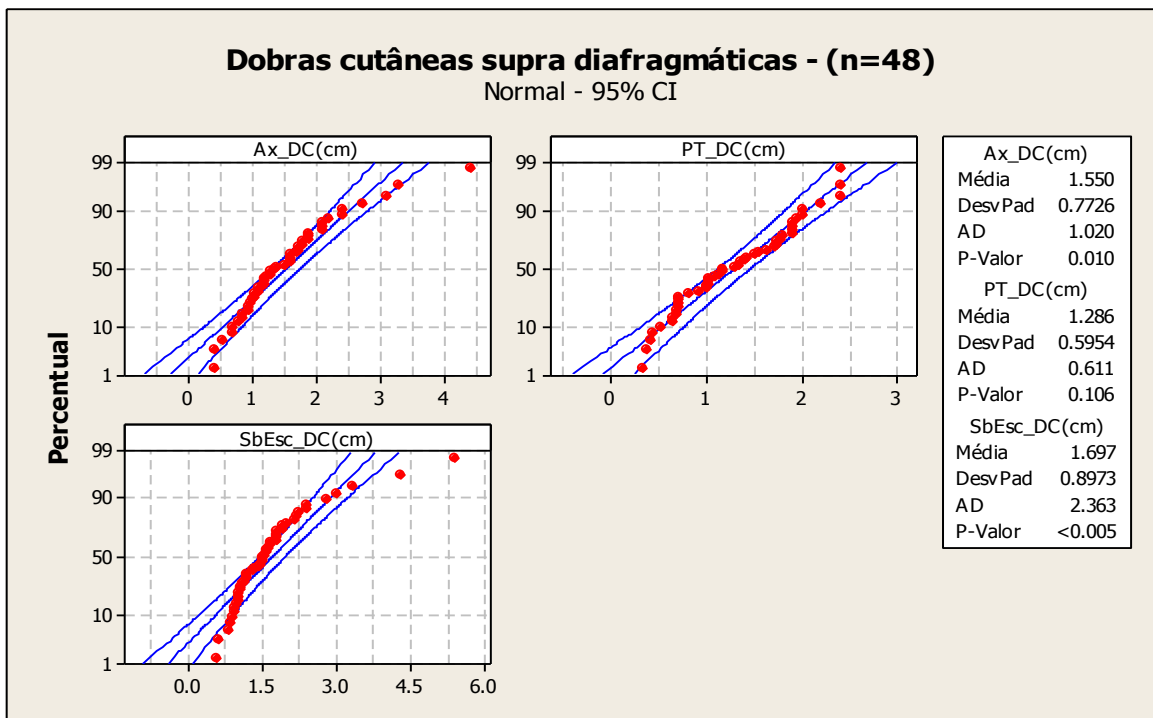
ANEXO 33-A – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis Dobras Cutâneas supra diafrâmicas (absolutas) (n = 48)



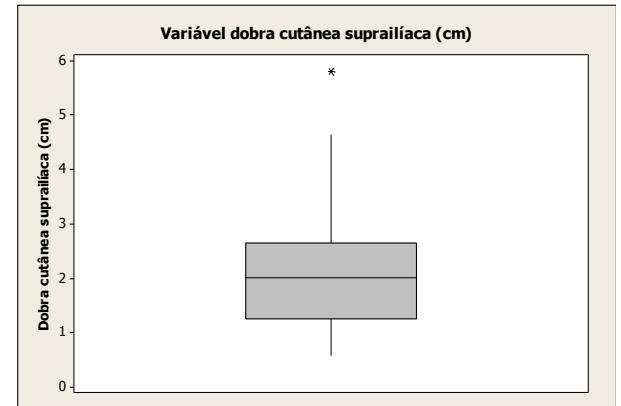
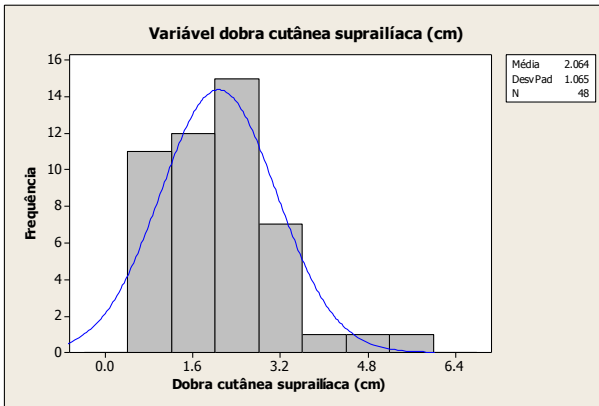
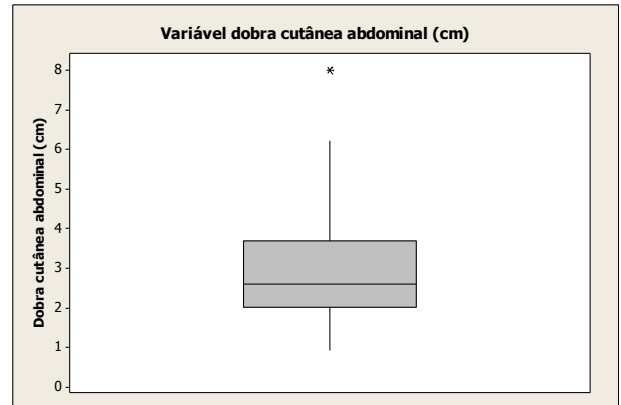
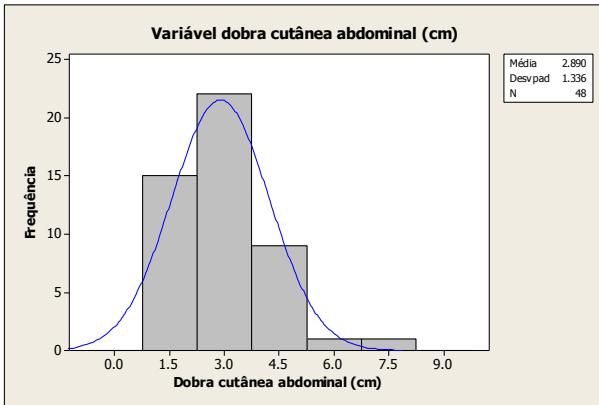
ANEXO 33-B – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis Dobras Cutâneas supra diafragmáticas (absolutas) (n = 48)



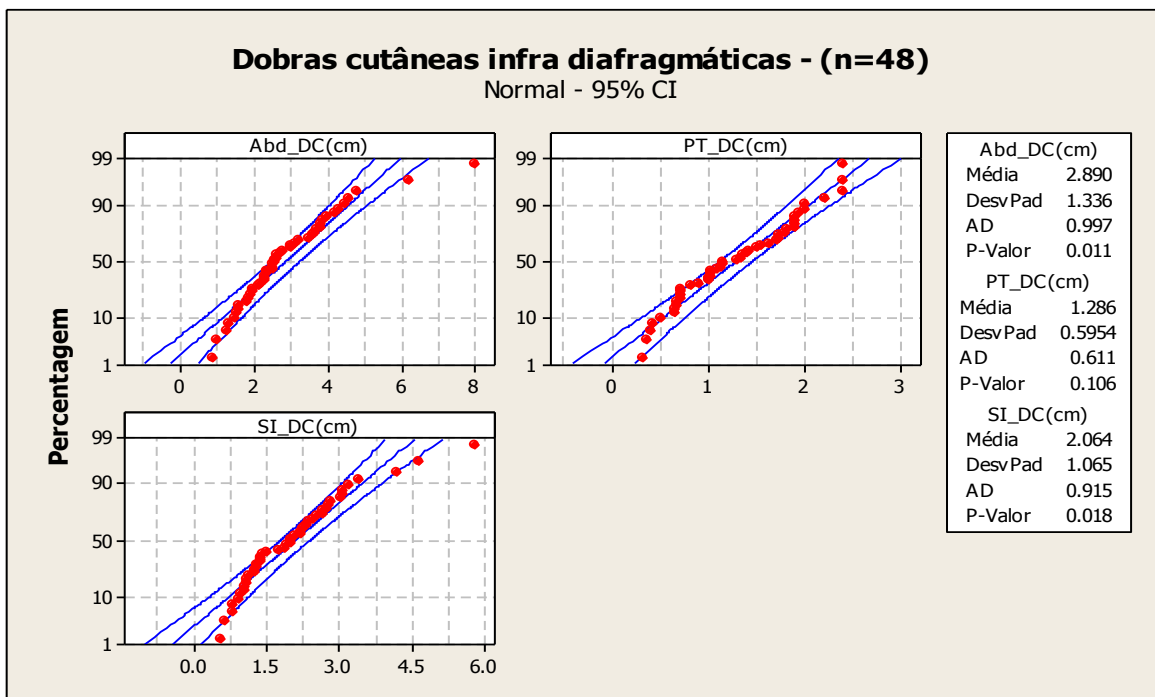
ANEXO 34 – Testes de normalidade das Dobras Cutâneas supra diafragmáticas – (n = 48)



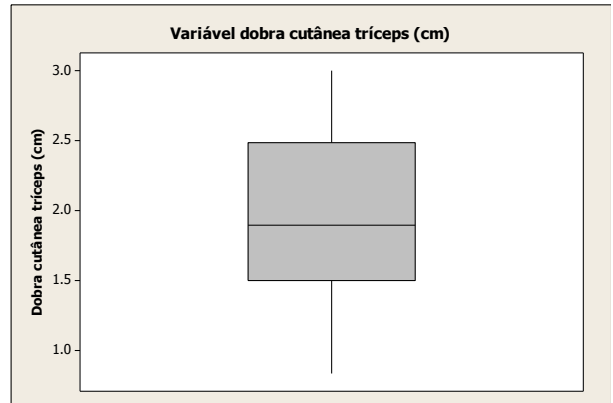
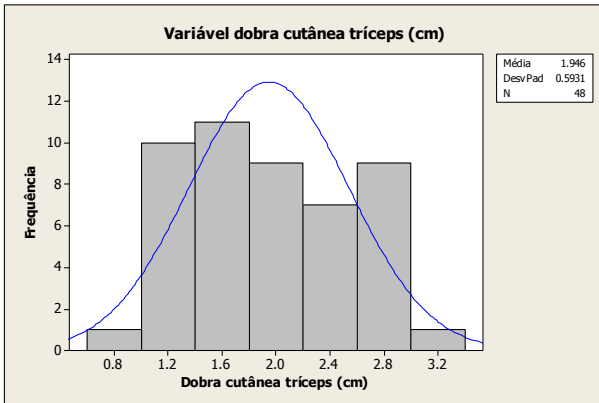
ANEXO 35 – Estatísticas descritivas gráficas das Variáveis Dobras Cutâneas infra diafragmáticas (absolutas) (n = 48)



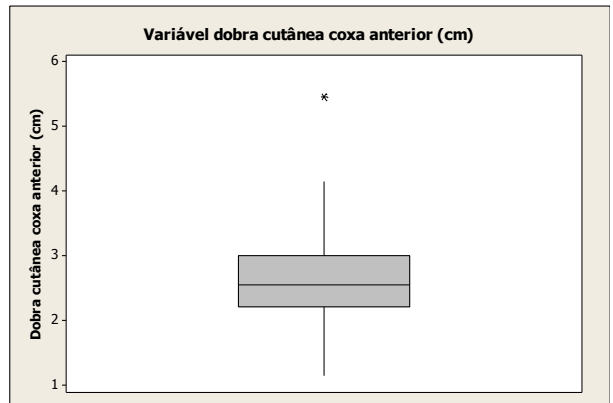
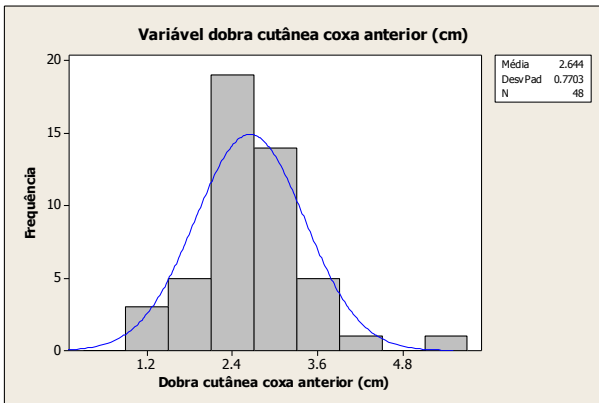
ANEXO 36 – Testes de normalidade das Das Dobras Cutâneas infra diafragmáticas – (n = 48)



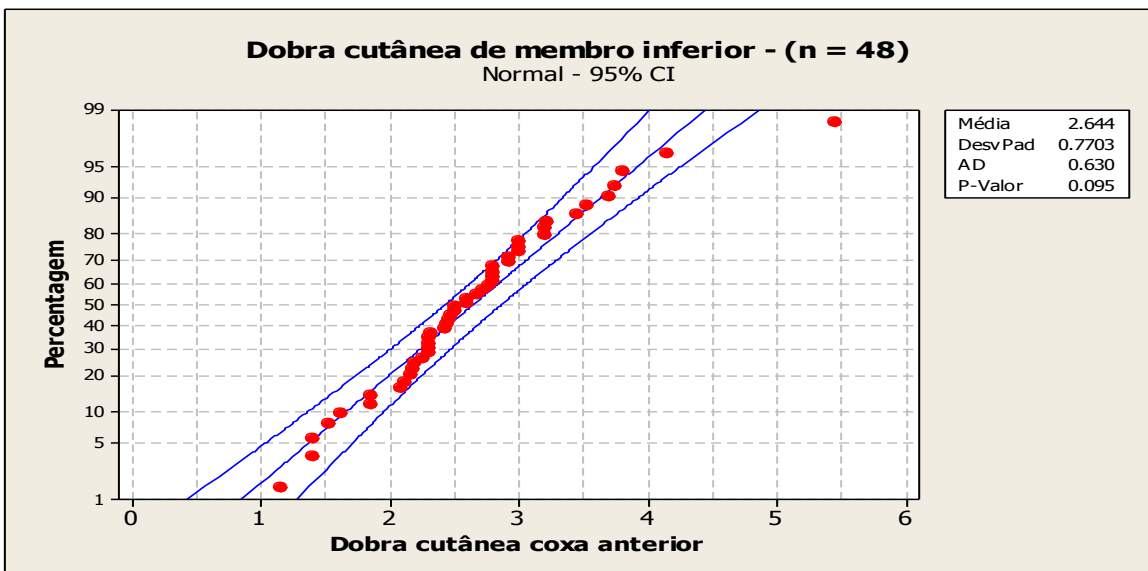
ANEXO 37 – Estatísticas descritivas gráficas das Variável Dobra Cutânea dos membros superiores (absolutas) (n = 48)



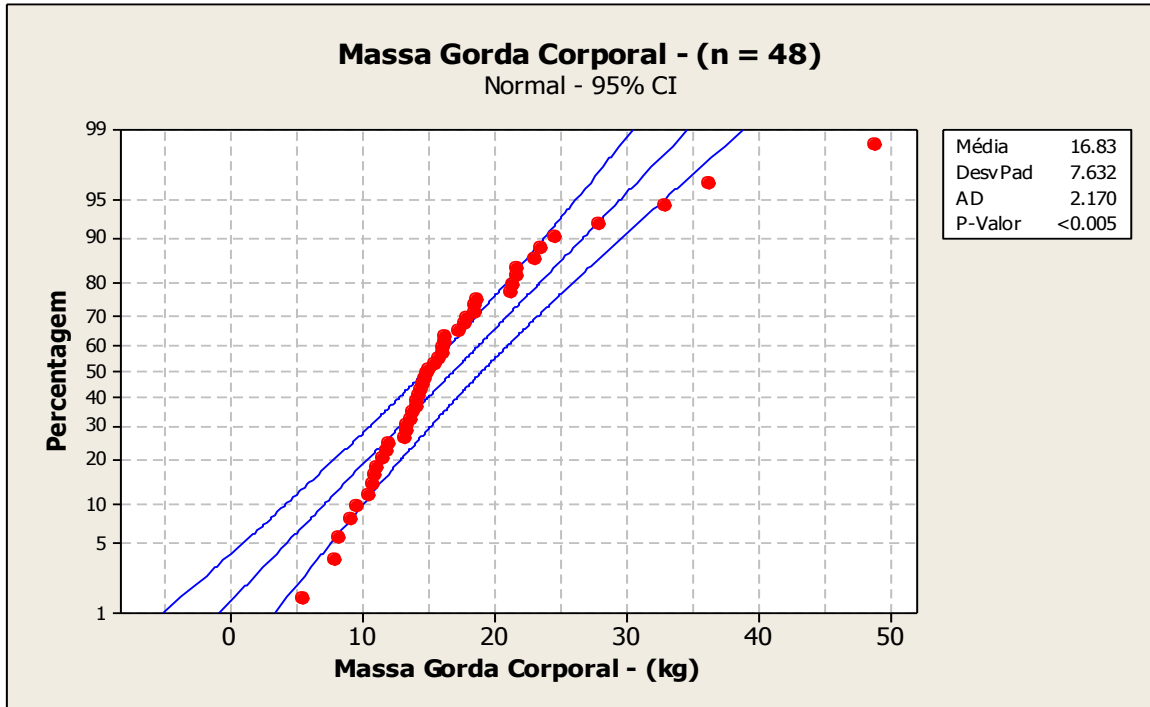
ANEXO 38 – Estatísticas descritivas gráficas da Variável Dobra Cutânea dos membros inferiores (absoluta) (n = 48)



ANEXO 39 – Testes de normalidade da Dobra Cutânea de membros inferiores – (n = 48)



ANEXO 40 – Testes de normalidade da Massa Gorda Corporal (kg) – (n = 48)



ANEXO 41 – Matriz de correlações – (48 x 25)

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V2	-0,000 0,999								
V3	0,125 0,396	0,273 0,060							
V4	-0,103 0,486	0,281 0,053	0,919 0,000						
V5	0,039 0,792	0,199 0,175	0,928 0,000	0,840 0,000					
V6	-0,031 0,836	0,152 0,303	0,852 0,000	0,855 0,000	0,811 0,000				
V7	-0,186 0,204	0,269 0,064	0,889 0,000	0,932 0,000	0,855 0,000	0,885 0,000			
V8	-0,057 0,699	0,241 0,099	0,918 0,000	0,909 0,000	0,874 0,000	0,857 0,000	0,913 0,000		
V9	-0,018 0,901	0,261 0,073	0,954 0,000	0,909 0,000	0,874 0,000	0,811 0,000	0,875 0,000	0,910 0,000	
V10	-0,102 0,492	0,211 0,150	0,918 0,000	0,913 0,000	0,850 0,000	0,866 0,000	0,884 0,000	0,912 0,000	0,928 0,000
V11	-0,077 0,604	0,208 0,155	0,922 0,000	0,901 0,000	0,851 0,000	0,880 0,000	0,867 0,000	0,907 0,000	0,939 0,000

Continua

Continuação do Anexo 41

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V12	0,063 0,669	0,149 0,311	0,884 0,000	0,838 0,000	0,813 0,000	0,845 0,000	0,828 0,000	0,865 0,000	0,875 0,000
V13	0,035 0,813	0,174 0,236	0,886 0,000	0,821 0,000	0,800 0,000	0,842 0,000	0,807 0,000	0,864 0,000	0,874 0,000
V14	0,107 0,469	0,241 0,100	0,882 0,000	0,791 0,000	0,813 0,000	0,706 0,000	0,735 0,000	0,810 0,000	0,923 0,000
V15	0,096 0,514	0,239 0,102	0,877 0,000	0,778 0,000	0,812 0,000	0,697 0,000	0,726 0,000	0,806 0,000	0,917 0,000
V16	-0,046 0,754	0,323 0,025	0,869 0,000	0,838 0,000	0,769 0,000	0,730 0,000	0,805 0,000	0,816 0,000	0,863 0,000
V17	-0,042 0,777	0,323 0,025	0,861 0,000	0,817 0,000	0,768 0,000	0,712 0,000	0,788 0,000	0,818 0,000	0,854 0,000
V18	-0,200 0,173	0,105 0,477	0,580 0,000	0,800 0,000	0,507 0,000	0,676 0,000	0,703 0,000	0,645 0,000	0,573 0,000
V19	-0,002 0,991	0,359 0,012	0,571 0,000	0,671 0,000	0,427 0,002	0,459 0,001	0,519 0,000	0,572 0,000	0,652 0,000
V20	-0,194 0,186	0,353 0,014	0,715 0,000	0,871 0,000	0,693 0,000	0,757 0,000	0,841 0,000	0,746 0,000	0,706 0,000
V21	-0,284 0,051	0,250 0,086	0,681 0,000	0,858 0,000	0,620 0,000	0,758 0,000	0,843 0,000	0,742 0,000	0,689 0,000
V22	-0,315 0,029	0,170 0,248	0,687 0,000	0,880 0,000	0,681 0,000	0,757 0,000	0,853 0,000	0,771 0,000	0,694 0,000
V23	-0,095 0,522	0,065 0,662	0,653 0,000	0,746 0,000	0,600 0,000	0,646 0,000	0,635 0,000	0,698 0,000	0,701 0,000
V24	0,108 0,466	0,069 0,642	0,570 0,000	0,561 0,000	0,482 0,001	0,312 0,031	0,350 0,015	0,449 0,001	0,587 0,000
V25	-0,204 0,164	0,230 0,115	0,780 0,000	0,958 0,000	0,711 0,000	0,786 0,000	0,858 0,000	0,819 0,000	0,799 0,000
V11	V10 0,975 0,000	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
V12	0,915 0,000	0,893 0,000							
V13	0,888 0,000	0,904 0,000	0,958 0,000						
V14	0,820 0,000	0,852 0,000	0,800 0,000	0,789 0,000					
V15	0,820 0,000	0,851 0,000	0,796 0,000	0,785 0,000	0,990 0,000				
V16	0,832 0,000	0,848 0,000	0,811 0,000	0,846 0,000	0,794 0,000	0,785 0,000			

Continua

Continuação do Anexo 41

	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
V17	0,819 0,000	0,840 0,000	0,793 0,000	0,827 0,000	0,797 0,000	0,791 0,000	0,983 0,000		
V18	0,659 0,000	0,651 0,000	0,599 0,000	0,541 0,000	0,497 0,000	0,475 0,001	0,545 0,000	0,529 0,000	
V19	0,645 0,000	0,638 0,000	0,532 0,000	0,510 0,000	0,615 0,000	0,592 0,000	0,625 0,000	0,618 0,000	0,526 0,000
V20	0,711 0,000	0,701 0,000	0,640 0,000	0,627 0,000	0,585 0,000	0,563 0,000	0,643 0,000	0,602 0,000	0,762 0,000
V21	0,712 0,000	0,693 0,000	0,669 0,000	0,661 0,000	0,537 0,000	0,513 0,000	0,595 0,000	0,560 0,000	0,795 0,000
V22	0,733 0,000	0,715 0,000	0,647 0,000	0,601 0,000	0,557 0,000	0,540 0,000	0,658 0,000	0,643 0,000	0,845 0,000
V23	0,710 0,000	0,715 0,000	0,603 0,000	0,612 0,000	0,631 0,000	0,626 0,000	0,592 0,000	0,588 0,000	0,623 0,000
V24	0,491 0,000	0,524 0,000	0,416 0,003	0,428 0,002	0,605 0,000	0,615 0,000	0,597 0,000	0,587 0,000	0,296 0,041
V25	0,818 0,000	0,811 0,000	0,725 0,000	0,697 0,000	0,689 0,000	0,670 0,000	0,741 0,000	0,718 0,000	0,890 0,000
	V19	V20	V21	V22	V23	V24			
V20	0,557 0,000								
V21	0,462 0,001	0,843 0,000							
V22	0,535 0,000	0,842 0,000	0,856 0,000						
V23	0,550 0,000	0,665 0,000	0,594 0,000	0,645 0,000					
	V19	V20	V21	V22	V23	V24			
V24	0,550 0,000	0,318 0,028	0,251 0,085	0,344 0,017	0,439 0,002				
V25	0,699 0,000	0,896 0,000	0,880 0,000	0,933 0,000	0,773 0,000	0,525 0,000			

Conteúdo das células: Correlação de Pearson
P-Valor

Continua

Continuação do Anexo 41

Código	Legenda	Variável	Unidade
V1	Altura	H	Cm
V2	Idade	Age	Anos
V3	Massa total	MassTot	kg
V4	Massa Gorda Corporal atual	MG_Atual	kg
V5	Ombro	Omb	cm
V6	Tórax	Torx	cm
V7	Cintura	Cint	cm
V8	Perímetro abdominal	PerAbd	cm
V9	Quadril	Qdr	cm
V10	Perímetro braço direito	PerBr_D	cm
V11	Perímetro braço esquerdo	PerBr_E	cm
V12	Perímetro antebraço direito	PerAbr_D	cm
V13	Perímetro antebraço esquerdo	PerAbr_E	cm
V14	Perímetro coxa posterior direita	PerCxP_D	cm
V15	Perímetro coxa posterior esquerda	PerCxP_E	cm
V16	Panturrilha direita	PantD	cm
V17	Panturrilha esquerda	PantE	cm
V19	Dobra cutânea tríceps	TRI_DC	cm
V20	Dobra cutânea axilar	Ax_DC	cm
V21	Dobra cutânea subescapular	SbEsc_DC	cm
V22	Dobra cutânea abdominal	Abd_DC	cm
V23	Dobra cutânea peitoral	PT_DC	cm
V24	Dobra cutânea coxa anterior	CxA_DC	cm
V18	Dobra cutânea suprailíaca	SI_DC	cm
V25	Soma das dobras cutâneas	SomaDC	cm

**Anexo 42-A – Variáveis Combinadas Supra Diafragmáticas (VC_SDiaf),
Variáveis Combinadas Infra Diafragmáticas (VC_IDiaf), Variáveis Combinadas
Membros Superiores (VC_MS), Variáveis Combinadas Membros Inferiores
(VC_MI), Escores (SC1 e SC2) e Resíduos do
ajuste da regressão múltipla – (n = 48)**

n	VC_SDiaf	VC_IDiaf	VC_MS	VC_MI	SC1	SC2	Resíduos
1	255,5623	310,5075	141,5510	105,428	1,0030	1,6383	0,0528
2	207,6444	255,6456	119,1023	86,6801	-1,0768	-0,0666	0,0167
3	224,2314	255,0800	125,9616	81,8105	-0,8358	0,9449	-0,0663
4	246,9617	287,8840	134,6917	90,3324	0,1326	-0,9840	-0,1002
5	249,4190	330,3031	144,6688	100,802	0,9856	-1,2961	-0,0182
6	243,2757	292,9743	137,1860	89,6019	0,1622	0,1862	0,0611
7	248,8047	315,5978	136,5624	96,9064	0,6049	-0,3906	0,0371
8	222,3884	271,4820	125,9616	88,1410	-0,5718	-0,5317	-0,0134
9	227,3030	282,7938	126,5852	88,3845	-0,3879	-0,2517	0,0333
10	228,5317	278,8346	122,8438	85,2192	-0,5599	-0,2644	0,0335
11	225,4600	266,9573	118,4788	85,2192	-0,7845	-0,2350	-0,0057
12	233,4464	302,0237	133,4445	94,9586	0,1639	-0,3891	-0,0141
13	240,8183	273,1788	130,9502	88,6280	-0,1867	-0,3698	0,0023
14	235,9037	287,3185	127,8324	88,6280	-0,2000	-0,4019	0,0009
15	242,0470	285,0561	131,5738	94,4716	0,0929	-0,7924	0,0339
16	209,4874	239,8091	113,4902	72,3146	-1,6823	-0,8957	-0,0626
17	232,2177	280,5314	125,9616	93,2542	-0,2193	-0,3471	-0,0223
18	242,6613	281,6626	129,0795	90,8193	-0,0575	0,6811	-0,0404
19	240,8183	296,3679	132,1974	93,9846	0,1865	1,1183	0,0180
20	240,8183	308,8108	143,4217	97,8804	0,6027	0,5118	-0,0290
21	250,6477	325,7784	145,2924	108,107	1,1892	0,2731	-0,0064
22	204,5727	244,3338	110,9959	74,2625	-1,7042	-0,2925	0,0111
23	223,6170	273,7444	118,4788	88,6280	-0,6647	-0,3713	0,0380
24	215,0164	268,0885	130,3267	95,4455	-0,4237	-0,4732	-0,0448

Continua

Continuação do Anexo 42

**Anexo 42-B – Variáveis Combinadas Supra Diafragmáticas (VC_SDiaf),
Variáveis Combinadas Infra Diafragmáticas (VC_IDiaf), Variáveis Combinadas
Membros Superiores (VC_MS), Variáveis Combinadas Membros Inferiores
(VC_MI), Escores (SC1 e SC2) e Resíduos do
ajuste da regressão múltipla – (n = 48)**

n	VC_SDiaf	VC_IDiaf	VC_MS	VC_MI	SC1	SC2	Resíduos
25	217,4737	257,3423	122,2202	79,6191	-1,0406	1,2176	0,0185
26	226,0744	274,8755	127,2088	90,0889	-0,4035	0,6753	0,0272
27	212,8048	262,4326	117,2316	82,7844	-1,0888	-0,1083	-0,0271
28	254,3337	300,3270	133,4445	104,211	0,7347	3,7521	-0,0650
29	240,8183	291,8432	135,9388	90,3324	0,1243	1,2403	-0,0130
30	262,9343	347,2707	162,1289	108,107	1,8653	0,5131	0,0328
31	234,0607	294,1055	135,9388	98,1239	0,2450	0,1019	-0,0234
32	215,0164	265,8261	114,7373	83,7583	-1,0527	-0,2509	-0,0109
33	246,9617	309,3764	141,5510	99,5848	0,7058	0,6839	-0,0183
34	226,6887	260,1703	121,5966	88,8715	-0,6678	-0,4895	-0,0588
35	219,3167	273,1788	124,7145	91,5498	-0,5350	-0,6561	0,0071
36	223,6170	275,4411	125,9616	93,4977	-0,3926	-1,9860	-0,0103
37	233,4464	296,9334	133,4445	96,9064	0,1834	0,5360	0,0557
38	223,0027	279,9658	119,1023	89,1150	-0,5928	0,0659	-0,0008
39	224,8457	265,8261	112,2431	79,6191	-1,0728	-0,2739	0,0704
40	224,8457	265,8261	112,2431	79,6191	-1,0728	-0,2739	0,0704
41	228,5317	282,7938	127,8324	98,8543	-0,0619	0,1392	-0,0048
42	312,0809	429,8465	183,9539	119,794	3,9510	-1,6391	-0,0399
43	242,0470	306,5484	134,6917	100,072	0,5021	1,4461	-0,0254
44	249,4190	309,9420	148,4103	98,8543	0,8616	1,1174	0,0494
45	230,9890	301,4581	135,3152	100,559	0,3244	1,0013	0,0087
46	245,7330	315,5978	137,1860	97,8804	0,5921	-1,1331	0,0075
47	267,2346	356,3201	160,2581	112,489	2,0603	-1,7024	0,0387
48	241,4327	285,0561	135,3152	91,0628	0,0627	-0,9778	-0,0042

ANEXO 43-A – Cópia de registros de avaliação funcional da Academia de ginástica

RESUMO DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL

Dados Pessoais																							
Nome: LUISA I Data Reavaliação: 09/04/2013 Idade: 31 anos Estatuta: 1,60 m Peso: 62,80 Kg Avaliador: ricardo Condicionamento: Inativo há ano(s) e 1 meses Zona de treinamento: 149 a 174 bpm - Em 10seg.: (25 a 29) Pressão arterial (repouso): 110/70 mmHg Objetivos: REDUÇÃO % DE GORDURA, GANHO DE MASSA MUSCULAR, FORTALECIMENTO MUSCULAR Atividades que o aluno gostaria de praticar: MUSCULAÇÃO ARTES MARCIAIS Observações da anamnese:																							
Histórico Pessoal																							
Tabagismo: NÃO Etilismo: NÃO Stress: NÃO Dieta: NÃO Nº Alimentação: Hereditariedade: Cirurgias: Nenhuma. Lesões: Nenhuma. Outras patologias: Medicação em uso: NÃO UTILIZA																							
Avaliação Postural																							
Postura frente Postura costas Escápula direita alada; Escápula esquerda alada; Postura Perfil Protusão do ombro direito; Reficacão da coluna lombar; Postura Perfil Esquerdo																							
Composição Corporal																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Composição Corporal atual</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">Fração Corporal</th> <th style="text-align: left;">Peso (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa magra</td> <td>42,50</td> </tr> <tr> <td>Gordura</td> <td>20,30</td> </tr> <tr> <td>% de Gordura</td> <td>32,40</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Soma das dobras: 182</td> </tr> </tbody> </table>	Composição Corporal atual		Fração Corporal	Peso (Kg)	Massa magra	42,50	Gordura	20,30	% de Gordura	32,40	Soma das dobras: 182		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Metas a serem atingidas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso ideal (Kg)</td> <td>51,80 (50,80 a 52,80)</td> </tr> <tr> <td>Peso magro ideal</td> <td>42,50</td> </tr> <tr> <td>(Kg) gordo ideal (Kg)</td> <td>9,30</td> </tr> <tr> <td>% de Gordura ideal</td> <td>18,00</td> </tr> </tbody> </table>	Metas a serem atingidas		Peso ideal (Kg)	51,80 (50,80 a 52,80)	Peso magro ideal	42,50	(Kg) gordo ideal (Kg)	9,30	% de Gordura ideal	18,00
Composição Corporal atual																							
Fração Corporal	Peso (Kg)																						
Massa magra	42,50																						
Gordura	20,30																						
% de Gordura	32,40																						
Soma das dobras: 182																							
Metas a serem atingidas																							
Peso ideal (Kg)	51,80 (50,80 a 52,80)																						
Peso magro ideal	42,50																						
(Kg) gordo ideal (Kg)	9,30																						
% de Gordura ideal	18,00																						

**ANEXO 43-B – Cópia de registros de
avaliação funcional da Academia de ginástica**

Dobras cutâneas

Triceptal	23,90	Supraespinhal	Axilar	15,80	
Subescapular	17,80	Abdominal	41,40	Peitoral	20,20
Biceps		Coxa anterior	34,50		
Supraíliaca	27,90	Perna			

Perimetria

Tórax:92,00 cm
 Cintura:82,00 cm
 Abdômen:82,00 cm
 Quadril:98,00 cm
 Braço contraído d:27,00 cm
 Braço contraído e:28,00 cm
 Antebraço direito:22,00 cm
 Antebraço esquerdo:22,00 cm
 Coxa proximal dir:58,00 cm
 Coxa proximal esq:58,00 cm

Na potência aeróbia, entre outras coisas, medimos o consumo de VO₂ máximo de seu corpo. O VO₂ máximo representa a taxa máxima de utilização de O₂ desenvolvida por um indivíduo, e por isso traduz a intensidade máxima de esforço possível .

Conceito:
Protocolo utilizado:

FREQUÊNCIA CARDÍACA DE TREINAMENTO

Baseado no limiar anaeróbio ()

1- Recuperação	80%	151
2 - Faixa I	90%	170
3 - Faixa II	100%	189
4 - Intensivo	110%	208

Recomendações

Observações gerais

- Aluna apresenta hernia de disco lombar e cervical. Não realizar exercícios que realizem rotação de tronco. Evitar amplitudes extremas de rotação de tronco e flexão de tronco
- Evitar realizar corridas na esteira
- Sugiro iniciar com as exercicios com uma intensidade leve