



Identificação dos Fatores de Aderência em Programas de Atividade Física em Academias Utilizando Inteligência Computacional

Carlos Alberto Sposito de Araujo

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Engenharia
Biomédica, COPPE, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre em
Engenharia Biomédica.

Orientador: Renan Moritz Varnier Rodrigues
de Almeida

Rio de Janeiro

Junho de 2010

IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE ADERÊNCIA EM PROGRAMAS DE
ATIVIDADE FÍSICA EM ACADEMIAS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA
COMPUTACIONAL

Carlos Alberto Sposito de Araujo

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA BIOMÉDICA.

Examinada por:

Prof. Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida, Ph.D.

Prof. Jurandir Nadal, D.Sc.

Prof. Estélio Henrique Martin Dantas, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2010

Araujo, Carlos Alberto Sposito de

Identificação dos Fatores de Aderência em Programas de Atividade Física em Academias Utilizando Inteligência Computacional/ Carlos Alberto Sposito de Araujo. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XVIII, 132 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Biomédica, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 86-109.

1. Inteligência Computacional. 2. Redes Neurais Artificiais.
3. Aderência. I. Almeida, Renan Moritz Varnier Rodrigues de.
II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Biomédica. III. Título.

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar, dedico essa vitória à minha amada Odette, companheira de todos os momentos, que sempre foi a minha fonte de força para enfrentar os desafios que a vida me coloca pelo caminho (inclusive aqueles que eu, insanamente, procuro, ao invés de ficar quieto no meu canto!) e a minha fonte de inspiração para resolver de maneira criativa estes desafios.

Também dedico aos três bagunceiros lá de casa – em ordem crescente de idade, mas de importância rigorosamente igual na minha vida! –, Luiza, Julia e Luiz Carlos, que tiveram paciência e compreensão nas vezes em que deixamos de passear, viajar ou ir ao cinema, por conta de um Mestrado que parecia não ter fim (nem para eles, nem para mim!).

AGRADECIMENTOS

Para tentar ser justo com todos que me ajudaram a chegar até aqui, agradecerei por ordem cronológica do surgimento de cada apoio, deixando bem claro que não há nível de prioridade nesta ordem, já que a falta de qualquer uma dessas pedras seria suficiente para o castelo ruir:

Ao Prof. Dr. Estélio Dantas, a quem devo a minha introdução no mundo da ciência, ao me convidar para participar do recém-fundado, na época, Grupo de Estudos em Treinamento de Alto Rendimento do LABIMH. Nesta época, pela primeira vez, pensei seriamente em fazer o Mestrado. Lembro-me de uma de suas máximas: “Primeiro arrume o problema; depois, corra atrás da solução”.

Ao amigo Doutorando Alexandre Seixas, que me deu o empurrão que faltava, convencendo-me, durante nossas corridas matinais, da importância que teria o Mestrado na minha vida profissional e realização pessoal.

Ao Prof. Dr. Antonio MacDowell de Figueiredo, Antonella Latorraca e meu irmão Marcos, os três que me abriram os olhos, mostrando ser o Programa de Engenharia Biomédica o local ideal onde eu amalgamaria minhas duas áreas de interesse: Saúde e Exatas.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Pereira, amigo que sempre deu força para este meu desejo, dando-me dicas importantíssimas durante meu percalço.

Ao Prof. Dr. Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida, que muito tempo antes do início da minha pesquisa já incentivava meu interesse em *redes neurais artificiais*, repassando-me como “dever de casa” vários artigos sobre o assunto, e depois, como

meu Orientador, sempre atento, veloz e profundo no objetivo de melhor me encaminhar nos labirintos da pesquisa científica.

Ao Prof. Dr. Jurandir Nadal, paciente e detalhista em suas análises sobre o rumo que minha pesquisa deveria tomar, apontando desde o início para o caminho grandioso da utilização de meus esforços para a Saúde Pública.

Ao corpo docente do Programa de Engenharia Biomédica da COPPE, tanto os professores que me passaram conhecimentos em sala de aula quanto os que, de alguma forma, mesmo em um simples cumprimento amável no corredor, me fizeram sentir participando de uma instituição da qual deveria me orgulhar.

À Sabrina, Edna e Alexandre, eficientes amigos da Secretaria, que sem eles minha vida no PEB seria infinitamente mais complicada.

Aos meus companheiros de “banco escolar”, em especial Gabriel Costa, Jaqueline Burigo e Izabel Mendes, pelas intermináveis noites e fins de semana de sofrimento, pão de queijo e refresco de caju.

Ao Prof. Dr. Tony Meireles, amigo que, em um dos nossos bate-papos, quando nos deliciávamos com *sushis* e *sashimis*, chamou a minha atenção para o estudo da *aderência à prática de atividade física*, tema que desembocou na minha pesquisa de dissertação.

Aos Profs. Ney Pereira Filho, Meiri e Eduardo, que foram incansáveis ao disponibilizar os dados do Instituto Academia-Escola, informações estas que acabaram não servindo para os objetivos da pesquisa por motivos que independeram de seu carinho por mim.

Ao Carlos Gomes, Diretor da Academia Esportiva *By Fit*[®], também incansável ao disponibilizar dados para a pesquisa, informações estas que, felizmente, serviram como uma luva para os propósitos da pesquisa.

E, finalmente, agradeço aos alunos da *By Fit*[®] por terem ajudado crucialmente minha pesquisa, mesmo sem saberem disso...

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE ADERÊNCIA EM PROGRAMAS DE
ATIVIDADE FÍSICA EM ACADEMIAS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA
COMPUTACIONAL

Carlos Alberto Sposito de Araujo

Junho/2010

Orientador: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Programa: Engenharia Biomédica

Este trabalho estudou a aderência a um programa de atividade física por clientes de uma academia esportiva, visando conhecer as variáveis influenciadoras e utilizá-las em métodos matemáticos preditivos. Dados de 1665 clientes foram utilizados como entrada de uma rede neural artificial *Multilayer Perceptron* (RNA). Também foram feitos cálculos de regressão logística (RL) para efeito de comparação de eficiência dos dois métodos matemáticos. Os resultados obtidos com a RNA apontaram para uma acurácia de 59,0%, enquanto a RL atingiu 55,2%. Apesar dos valores próximos, a RNA demonstrou possuir mais alto poder preditivo de aderência a um programa de atividade física.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for degree of Master of Science (M.Sc.)

IDENTIFICATION OF ADHERENCE FACTORS FOR PHYSICAL ACTIVITY
PROGRAMS IN HEALTH CENTERS USING COMPUTATIONAL INTELLIGENCE

Carlos Alberto Sposito de Araujo

June/2010

Advisor: Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida

Department: Biomedical Engineering

This study examined the adherence to a physical activity program for customers of a health center, to determine the influence variables and use them in predictive mathematical methods. To this end, data from 1665 clients were used as input of a Multilayer Perceptron artificial neural network (ANN) and for a Logistic Regression model (LR). The results obtained with the ANN showed an accuracy of 59.0%, while the LR has reached 55.2%. Despite similar values, the ANN demonstrated a higher predictive capacity to the adherence to physical activities programs.

SUMÁRIO

I -	INTRODUÇÃO	1
I.1 -	OBJETIVOS	9
I.1.1 -	OBJETIVO PRINCIPAL	9
I.1.2 -	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
II -	FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA	10
II.1 -	ADERÊNCIA A PROGRAMAS DE ATIVIDADE FÍSICA	10
II.2 -	REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	28
III -	MATERIAIS E MÉTODOS	46
III.1 -	DADOS	46
Comitê de Ética em Pesquisa		46
A Academia		46
O Banco de Dados		47
A Tabela Clientes		48
Variáveis da Tabela Clientes Não Utilizadas pela BYFIT		48
Variáveis da Tabela Clientes Utilizadas pela BYFIT		49
Variáveis Descartadas		49
Variáveis Aprovadas		52
Variáveis Originadas a Partir das Variáveis Aprovadas		53
III.2 -	MÉTODOS	59
Análise Exploratória das Variáveis Utilizadas		59
Rede Neural Artificial		61
Regressão Logística		63

IV - RESULTADOS	64
IV.1 - ANÁLISE EXPLORATÓRIA	64
Frequências	64
Chi-Quadrado	64
IV.2 - REGRESSÃO LOGÍSTICA	68
IV.3 - RNA MULTILAYER PERCEPTRON	71
V - DISCUSSÃO	76
VI - CONCLUSÃO	83
VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXO I - Gráficos das Distribuições das Variáveis Numéricas	110
ANEXO II - Gráficos de Distribuição das Variáveis Categóricas	125
ANEXO III - Aderência em Outros Estudos	130

FIGURAS

II.1 - Neurônio biológico	28
II.2 - Neurônio de McCulloch-Pitts	28
II.3 - RNA de três camadas	29
II.4 - Arquitetura ART simplificada	31
IV.1 - RNA - Curva ROC	75

GRÁFICOS

I.1 - Número de artigos da área de Saúde indexados no Pubmed/Medline	1
AI.1 - Histograma com curva normal da variável <i>Distância</i>	110
AI.2 - Diagrama de caixa da variável <i>Distância</i>	110
AI.3 - Histograma com curva normal da variável <i>Distância (sem valores dispersos)</i>	111
AI.4 - Diagrama de caixa da variável <i>Distância (sem valores dispersos)</i>	111
AI.5 - Histograma com curva normal da variável <i>ln (Distância)</i>	112
AI.6 - Diagrama de caixa da variável <i>ln (Distância)</i>	112
AI.7 - Histograma com curva normal da variável <i>ln (Distância sem valores dispersos)</i>	113
AI.8 - Diagrama de caixa da variável <i>ln (Distância sem valores dispersos)</i>	113
AI.9 - Histograma com curva normal da variável <i>Idade na Matrícula</i>	114
AI.10 - Diagrama de caixa da variável <i>Idade na Matrícula</i>	114
AI.11 - Histograma com curva normal da variável <i>ln (Idade na Matrícula)</i>	115
AI.12 - Diagrama de caixa da variável <i>ln (Idade na Matrícula)</i>	115
AI.13 - Histograma com curva normal da variável <i>Idade na Saída</i>	116
AI.14 - Diagrama de caixa da variável <i>Idade na Saída</i>	116
AI.15 - Histograma com curva normal da variável <i>Idade na Saída (sem valores dispersos)</i>	117

AI.16 - Diagrama de caixa da variável <i>Idade na Saída (sem valores dispersos)</i>	117
AI.17 - Histograma com curva normal da variável <i>ln (Idade na Saída)</i>	118
AI.18 - Diagrama de caixa da variável <i>ln (Idade na Saída)</i>	118
AI.19 - Histograma com curva normal da variável <i>Permanência em Dias</i>	119
AI.20 - Diagrama de caixa da variável <i>Permanência em Dias</i>	119
AI.21 - Histograma com curva normal da variável <i>Permanência em Dias (sem valores dispersos)</i>	120
AI.22 - Diagrama de caixa da variável <i>Permanência em Dias (sem valores dispersos)</i>	120
AI.23 - Histograma com curva normal da variável <i>ln (Permanência em Dias)</i>	121
AI.24 - Diagrama de caixa da variável <i>ln (Permanência em Dias)</i>	121
AI.25 - Histograma com curva normal da variável <i>Permanência em Meses</i>	122
AI.26 - Diagrama de caixa da variável <i>Permanência em Meses</i>	122
AI.27 - Histograma com curva normal da variável <i>Permanência em Meses (sem valores dispersos)</i>	123
AI.28 - Diagrama de caixa da variável <i>Permanência em Meses (sem valores dispersos)</i>	123
AI.29 - Histograma com curva normal da variável <i>ln (Permanência em Meses)</i>	124
AI.30 - Diagrama de caixa da variável <i>ln (Permanência em Meses)</i>	124

AII.1 - Frequência da variável <i>Gênero</i>	125
AII.2 - Frequência da variável <i>Nível Profissional</i>	125
AII.3 - Frequência da variável <i>Estado Civil</i>	125
AII.4 - Frequência da variável <i>Mês da Matrícula</i>	126
AII.5 - Frequência da variável <i>Estação da Matrícula</i>	126
AII.6 - Frequência da variável <i>Matrícula em Período Quente</i>	126
AII.7 - Frequência da variável <i>Mês da Saída</i>	127
AII.8 - Frequência da variável <i>Estação da Saída</i>	127
AII.9 - Frequência da variável <i>Saída em Período Quente</i>	127
AII.10 - Frequência da variável <i>Permanência Mínima de Três Meses</i>	128
AII.11 - Frequência da variável <i>Permanência Mínima de Seis Meses</i>	128
AII.12 - Frequência da variável <i>Permanência Mínima de Nove Meses</i>	128
AII.13 - Frequência da variável <i>Distância Menor que 4,2 km</i>	129

TABELAS

IV.1 - Distribuição das variáveis numéricas <i>Distância, Idade na Matrícula, Idade na Saída e Permanência</i>	65
IV.2 - Distribuição das variáveis categóricas <i>Gênero, Nível Profissional, Estado Civil, Mês da Matrícula e Mês da Saída</i>	66
IV.3 - Valores de Chi-Quadrado para o cruzamento entre as variáveis dependentes e independentes	67
IV.4 - RL - Sumário do modelo utilizado	68
IV.5 - RL - Estatística de Hosmer-Lemeshow	68
IV.6 - RL - Contingência para Estatística de Hosmer-Lemeshow	69
IV.7 - RL - Testes Abrangentes dos Coeficientes do Modelo	70
IV.8 - RL - Resultado para a variável dependente <i>Permanência Mínima de Seis Meses</i> e as variáveis independentes <i>Idade na Matrícula, Mês da Matrícula, Estado Civil e ln (Distância)</i>	70
IV.9 - RNA - sumário das partições	72
IV.10 -RNA - sumário do modelo	72
IV.11 -RNA - classificação dos casos	73
IV.12 -RNA - informações	74
IV.13 -RNA - importância das variáveis independentes	75
AIII.1 - Fatores Influenciadores da Aderência em Outros Estudos	130

ABREVIATURAS

20mSRT	teste <i>Shuttle Run</i> de 20 m
AC	acurácia
ACP	Análise de Componentes Principais
AF	Análise de Fatores
AG	algoritmo genético
AIT	ataque isquêmico transitório
ART	rede neural artificial <i>Adaptive Resonance Theory</i>
BYFIT	Academia Esportiva <i>By Fit</i> [®]
CP	Componente Principal
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
ECP	estimulação cerebral profunda
EEG	eletroencefalograma
ES	especificidade
FRS	força de reação do solo
FTL	função de transferência logística
IMC	índice de massa corporal
LLA	leucemia linfocítica aguda
LMA	leucemia mielóide aguda
MLP	rede neural artificial <i>Multilayer Perceptron</i>

MP	Mal de <i>Parkinson</i>
RBF	rede neural artificial <i>Radial Basis Function</i>
RBN	regressão binomial negativa
RD	retinopatia diabética
RIM	radioterapia de intensidade modulada
RL	regressão logística
RNA	rede neural artificial / redes neurais artificiais
RNAB	rede neural artificial Bayesiana
RNAP	rede neural artificial Probabilística
RNATD	rede neural artificial <i>Time-Delay</i>
ROC	<i>Receiver Operating Characteristic Curve</i>
SE	sensibilidade
SIGA	sistema informatizado de gestão de academias
SOM	rede neural artificial <i>Self-Organizing Maps</i>
SPSS	pacote estatístico <i>PASW Statistics</i> [®] 18 (<i>SPSS</i> [®] , Inc, USA)
SVM	rede neural artificial <i>Support Vector Machine</i>
UFC	unidades formadoras de colônias
UTPC	unidade de tratamento pós-coronariano
VAG	vibroartrografia
VO _{2máx}	consumo máximo de oxigênio

I - INTRODUÇÃO

Até a década de 1980, as academias esportivas no Brasil adotavam um modelo empresarial que se resumia a poucas – ou apenas uma, em muitos casos – salas de atividade física, com uma área total reduzida composta por alguns aparelhos de musculação sem grandes sofisticacões tecnológicas. A frequência diária limitava-se a algumas dezenas de alunos nos horários de pico, havendo grandes vazios na grade presencial dos horários restantes. Essas academias, via de regra microempresas, contavam com um máximo de cinco professores, exigiam investimentos da ordem de cinquenta mil reais (COSTA, 2005), sendo administradas pelos próprios profissionais de Educação Física que, normalmente, não possuíam sólidos conhecimentos de Administração, Contabilidade e Marketing.

Esta situação começou a se modificar no início da década de 1990. Uma hipótese para esta mudança de comportamento considera que o grande crescimento, ano a ano, no número de artigos científicos publicados na área de Saúde (Gráfico I.1), teve uma forte influência sobre isso.

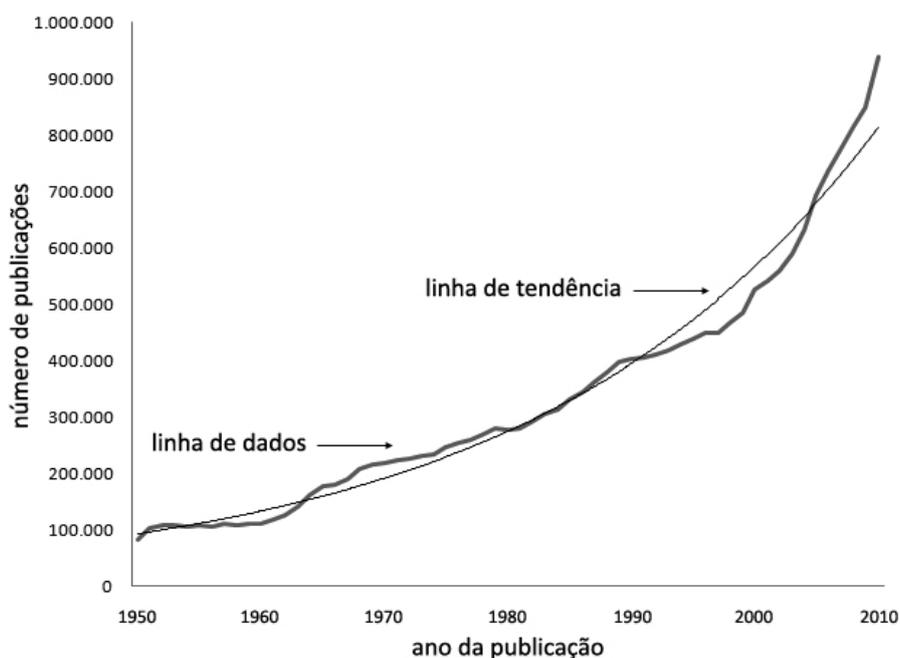


Gráfico I.1 - Número de artigos da área de Saúde indexados no Pubmed/Medline

A partir deste crescimento exponencial na quantidade de informações, o conhecimento científico saiu dos laboratórios das universidades e começou a aparecer em reportagens de jornais, revistas e redes de televisão, fazendo com que a população prestasse mais atenção à necessidade da prática de atividades físicas, seja por motivos de saúde (GILL *et al.*, 2002, GREENE *et al.*, 2009, GULATI *et al.*, 2003, HU *et al.*, 2001, KING *et al.*, 1991, MOKDAD *et al.*, 2004, YLINEN *et al.*, 2003), seja para melhorar a qualidade de vida ou o *wellness*¹ (CRESS *et al.*, 2005, CYARTO *et al.*, 2006, FANELLI *et al.*, 2007, GUSI *et al.*, 2009, MARTIN *et al.*, 1984, OLIVEIRA, 2007, SABA, 2001, WHO, 2003, WILLIAMS *et al.*, 2007). Com a forte pressão da mídia, o número de praticantes de atividades físicas não parou de aumentar.

Uma das consequências da alteração na maneira da atividade física ser enxergada foi a sensibilização dos setores governamentais, surgindo iniciativas nas esferas municipal, estadual e federal, tanto na criação direta quanto no apoio a iniciativas de grupos e organizações não governamentais, visando a implantação de programas de estímulo à atividade física para a população. Entre as muitas iniciativas espalhadas por todo o Brasil, pode-se citar:

- “Agita Brasil”, do Governo Federal – com o objetivo de divulgar informações relativas aos benefícios da atividade física e promover o envolvimento da população nessas práticas (MS/SPS, 2002);
- “Agita Família”, do Governo Estadual de São Paulo – visava a mobilizar as pessoas para o desenvolvimento de ações que promovam um estilo de vida mais ativo e mais saudável (FDE/SE/SP, 2010);

¹ Melhoria global do indivíduo, tanto física quanto psicológica, fruto do bom condicionamento físico e de outros hábitos saudáveis de vida (SABA, 2001).

- “Agita Galera”, do Governo Estadual de Minas Gerais – programa objetivando aumentar o nível de atividade física e de conhecimento dos estudantes, professores e comunidade sobre a importância e os benefícios do aumento da atividade física (SEEJ/MG, 2009);
- “Dia Mundial da Atividade Física”, do Governo Federal – com a finalidade de promover a qualidade de vida através do apoio a programas locais de atividade física, objetivando reduzir os índices de inatividade física em adultos (CGDANT/SVS/MS, 2009);
- “Pedala Curitiba”, do Governo Municipal de Curitiba/PR – visava a incentivar a prática de atividade física através de passeios noturnos de bicicleta pela cidade, com a presença de profissionais de Educação Física e o apoio dos órgãos de trânsito (PAM/CURITIBA, 2009);
- “Academia da Cidade”, do Governo Municipal de Recife/PB – programa com o objetivo de potencializar os espaços públicos de lazer para a prática de atividade física e incentivo à adoção de hábitos alimentares saudáveis (SS/RECIFE, 2007);
- “Academias da Cidade”, do Governo Municipal de Belo Horizonte/MG – visando a promover a saúde e contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população através da prática de exercícios aeróbicos e anaeróbicos, incentivando o uso adequado da força, flexibilidade, equilíbrio, exercícios de *step* e caminhada orientada (SMS/BELO HORIZONTE, 2010); e

- “Curitibativa”, do Governo Municipal de Curitiba/PR - programa de avaliação física da população, com a posterior indicação da atividade física adequada a cada pessoa; para a população idosa é aplicado um teste de autonomia com o objetivo de direcionar as políticas públicas para o setor (MATHOSO & RAUCHBACH, 2004).

Enquanto a prática de esportes e atividades físicas era feita por pessoas que sentiam real prazer, não fazendo isto por simples modismo, não eram relevantes os problemas com *aderência*². A partir do momento em que a mídia passou a ditar normas neste campo, a população sentiu-se na obrigação de almejar uma melhora em seu *wellness* através da atividade física (OLIVEIRA, 2007), ficando indiferente ao prazer ou desprazer que isto representasse para cada um. A consequência desta obrigação sem motivação foi sentida, tanto nos programas governamentais quanto nas academias esportivas, através da análise da *taxa de aderência*³ e dos indicadores de abandono a programas de atividade física. DISHMAN (1991), FALLON *et al.* (2005) e ROBISON & ROGERS (1994) afirmam que 50% dos praticantes abandonam seu programa de atividade física nos primeiros seis meses, antes dos benéficos para a saúde começarem a ser notados.

Assim, em vista da atual situação de baixas taxas de aderência a programas de atividade física, tornou-se imperiosa a necessidade de estudos que expliquem e ofereçam argumentos técnicos para interagir-se sempre que possível, alterando esse panorama atual.

² Comprometimento, por parte de uma pessoa praticante de atividade física, com a rotina de seu programa de treinamento (CYARTO *et al.*, 2006, MARTIN *et al.*, 1984, SABA, 2001).

³ Percentual de sessões cumpridas por uma determinada pessoa em um programa de atividade física com período predefinido (CYARTO *et al.*, 2006).

Para isso, o caminho natural aponta na direção de se adquirir conhecimento a respeito das causas que expliquem a aderência e a não aderência sob diferentes ângulos, proporcionando condições técnicas para agir sobre o maior número dessas possíveis causas:

- *fatores pessoais* - histórico esportivo; tabagismo; nível educacional; idade; doenças coronarianas; grau de obesidade;
- *fatores ambientais* - distância da academia (BERTEVELLO & ARTHUR, 2007, SABA, 2001); ambiente agradável e estimulante (DISHMAN & BUCKWORTH, 1997); presença de companhia habitual;
- *características do exercício físico* - nível de intensidade e tipo de atividade (SABA, 2001, WEINBERG & GOULD, 2007); características do corpo técnico (SABA, 2001); e
- *fatores financeiros* - custo da mensalidade e da matrícula; programas progressivos de desconto; custo de estacionamento.

Um grande obstáculo até o presente momento é o fato dos estudos encontrados na literatura a respeito de aderência à atividade física concentrarem-se em apenas um ponto, ou poucos, desprezando a inter-relação entre as várias possíveis causas do fracasso ou do sucesso da aderência. Entre essas pesquisas, aparecem as que focaram exclusivamente em:

- *adultos* (BERRIGAN *et al.*, 2006, CASTRO *et al.*, 2001, HEESCH *et al.*, 2003, KING *et al.*, 1997, MCAULEY *et al.*, 1994, MEROM *et al.*, 2007, PERRI *et al.*, 2002, WARBURTON *et al.*, 2007);
- *mulheres adultas* (COX *et al.*, 2003, 2008, STETSON *et al.*, 1997);
- *homens adultos* (COGHILL & COOPER, 2009);

- *adultos obesos* (EDMUNDS *et al.*, 2007, JEFFERY *et al.*, 1998);
- *mulheres obesas* (PERRI *et al.*, 1997);
- *idosos de ambos os sexos* (BRASSINGTON *et al.*, 2002, CHIN A PAW *et al.*, 2006, CYARTO *et al.*, 2006, EMERY *et al.*, 1992, SCHUTZER & GRAVES, 2004);
- *mulheres idosas* (O'BRIEN & VERTINSKY, 1991, WILLIAMS & LORD, 1995);
- *mulheres na pós-menopausa* (IRWIN *et al.*, 2004);
- *mulheres tratadas de câncer de mama* (DALEY *et al.*, 2007);
- *homens tratados de câncer de próstata* (COURNEYA *et al.*, 2004);
- *fumantes* (COOPER *et al.*, 2007);
- *fumantes com histórico de alcoolismo* (PATTEN *et al.*, 2003);
- *praticantes de Qigong* (JOUPEL & HASSMÉN, 2009);
- *portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)* (DONESKY-CUENCO *et al.*, 2007);
- *portadores de artrite reumática* (MUNNEKE *et al.*, 2003); e
- *adolescentes* (INGLEDEW & SULLIVAN, 2002, SIRARD *et al.*, 2006).

Considerando-se que, tanto programas públicos governamentais de atividade física quanto academias esportivas, são amálgamas compostos por frequentadores com as mais diversas características físicas, psicológicas e comportamentais, acredita-se que um possível caminho para investigar o grau de aderência ao programa seja sua predição a partir de um conjunto de características e idiossincrasias dos praticantes, divergindo

dos estudos produzidos anteriormente, nos quais o foco foi direcionado restritivamente para uma ou poucas características.

Outro ponto que norteou os estudos anteriormente publicados sobre aderência a programas de atividade física foi o uso de grupos de voluntários. Em função das regras e normas definidas pelos conselhos editoriais dos periódicos onde foram publicadas estas pesquisas, que, via de regra, seguem os princípios do *International Committee of Medical Journals Editors* (ICMJE, 2009) e a *Declaração de Helsinki - Princípios Éticos em Pesquisas Médicas Envolvendo Seres Humanos* (OHSR, 2004, WMA, 2008), sempre existe uma espécie de contrato formal assinado entre o pesquisador e o sujeito – o Consentimento Livre e Esclarecido – onde, apesar da existência de uma cláusula que garante “a liberdade do sujeito se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado” (CNS, 1996), é criado inconscientemente um compromisso entre ambos, causando este viés uma influência na *retenção*⁴ do sujeito. Em outras palavras, o compromisso prévio do sujeito com o pesquisador pode influenciar a espontaneidade das reações, modificando sua vontade de abandonar o programa de atividade física, possivelmente fazendo-o adiar a decisão, ou mesmo desistir de tomá-la, o que torna a *taxa de retenção*⁵ bastante questionável nestas pesquisas.

A presente pesquisa possui o aspecto inovador de propor o estudo de fatos ocorridos no passado, sem o conhecimento do sujeito no momento de sua tomada de

⁴ Fato de uma pessoa inscrita como voluntária em uma pesquisa científica manter-se presente ao programa ao longo do tempo (CYARTO *et al.*, 2006).

⁵ Percentual de voluntários remanescentes em uma pesquisa, após um período definido (CYARTO *et al.*, 2006).

decisão ao abandonar ou manter-se no programa de atividade física, retirando desta maneira o viés do compromisso entre sujeito e pesquisador.

Para este estudo, a opção escolhida para investigação do modelo recaiu sobre as Redes Neurais Artificiais (RNA), por sua reconhecida capacidade preditiva. Esta metodologia não tem sido explorada em pesquisas sobre *aderência a um programa*, exceção feita a um estudo com dependentes de heroína, onde o intuito foi a previsão da taxa de aderência ao tratamento da dependência química (PANDEY *et al.*, 1998).

Graças ao atual estágio de informatização nas academias, existe uma grande quantidade e variedade de dados que pode levar adiante investigações como a do presente estudo. Esta situação não ocorre em programas públicos governamentais de atividades físicas, visto que seus encontros e aulas ocorrem em lugares públicos, impondo um caráter de informalidade no controle administrativo. Em função disto, optou-se pelo uso de dados de alunos de uma academia de classe média com razoável nível de informatização em suas rotinas e controles. Este fato possibilitou trabalhar-se com um razoável número de combinações de variáveis na tentativa de definir o melhor conjunto que forneceria condições para a RNA prever, com a melhor taxa de acerto, o período de permanência de cada aluno na academia.

I.1 - OBJETIVOS

I.1.1 - OBJETIVO PRINCIPAL

Identificar os fatores determinantes da taxa de aderência a programas de atividade física em alunos de academia de ginástica e musculação.

I.1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a utilização de RNA na predição da taxa de aderência a programas de atividade física.
- Definir as possíveis combinações de variáveis que serão apresentadas à RNA e avaliar a combinação que maximiza a eficiência da resposta.
- Comparar a utilização de métodos estatísticos tradicionais de análise exploratória e modelagem de dados com a utilização de RNA.
- Identificar, avaliar e classificar variáveis que indiquem os motivos que levam à taxa de aderência em programas de atividades físicas em academias.
- Apontar variáveis que possam ser de interesse para futuros estudos do tema.

II - FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA

II.1 - ADERÊNCIA A PROGRAMAS DE ATIVIDADE FÍSICA

A literatura mostra que o tema “*aderência a programas de atividade física*” atrai o interesse de pesquisadores há, pelo menos, trinta anos. Um bom motivo para isso é a crescente valorização da atividade física para a melhora e manutenção da saúde.

DANTAS (2003), discorrendo sobre o treinamento cardiopulmonar, confirmou sua importância para os praticantes não atletas ao enumerar e exemplificar algumas de suas finalidades: a *profilaxia*, ao prevenir hipocinesia; a *terapia*, funcionando como coadjuvante no tratamento de doenças, como a reabilitação de cardíacos; a *estabilização*, como fator controlador de disfunções, como a diabetes; e a *estética*, quando realizado com o intuito de diminuir a gordura corporal, por exemplo.

Apesar das crescentes evidências acumuladas a respeito dos benefícios da prática de exercícios físicos, tanto para a saúde física quanto para a mental, pesquisas apontam para o fato de que a maioria das pessoas abandona seu programa de exercícios físicos poucos meses após o início (DISHMAN, 1982, 1991, DISHMAN & BUCKWORTH, 1997, MARTIN & DUBBERT, 1982, ROBISON & ROGERS, 1994).

Baseados na premissa acima, MARTIN *et al.* (1984) realizaram um série de seis estudos randomizados, tentando identificar procedimentos comportamentais e cognitivos que levassem a um aumento da taxa de aderência em um programa de atividade aeróbica. Os resultados indicaram a importância da interação social, do apoio e do elogio do instrutor ao aluno, da flexibilidade individual na escolha dos objetivos e da adoção de estratégias de treinamento baseadas em distração e lazer.

Apesar dos resultados alcançados em programas de atividade física estarem associados à redução dos níveis de ansiedade e ao aumento da resistência

cardiorrespiratória e da velocidade, as razões apresentadas pelos participantes do estudo desenvolvido por EMERY *et al.* (1992) para justificar sua aderência a um programa de atividade física indicavam, em primeiro lugar, a melhora da forma física e da saúde e, em segundo lugar, o aumento dos níveis de energia e de agilidade. Os resultados sugeriram também que baixos níveis de dor e sofrimento nas atividades físicas, além do aumento da resistência física, são associados à aderência a programas de atividade física entre idosos. Nesse estudo, o gênero dos sujeitos não foi um forte preditor de aderência, contrário ao que indicou o estudo de O'BRIEN & VERTINSKY (1991) a respeito da menor aderência de idosas.

Visando aumentar o conhecimento científico sobre o grau de aderência à atividade física, KLONOFF *et al.* (1994) fizeram um estudo com 23 mulheres sedentárias que participaram de um programa de atividade aeróbica. A pesquisa analisou a influência provocada pelo número de sintomas físicos sentidos, das respostas emocionais ao exercício e de outras variáveis de estado psicológico negativo, além da possível influência das alterações dos níveis de β -endorfina antes e depois do exercício. Para isto, os instrumentos utilizados para avaliação foram os questionários: *Beck Depression Inventory*, para depressão; *Spielberger State-Trait Anxiety Index*, para a ansiedade; *Cornell Medical Index*, para os sintomas físicos; *Hassles Scale*, para o estresse diário; além dos históricos de atividades físicas e saúde, em um questionário desenvolvido especificamente para esta pesquisa. Para o estudo dos níveis de β -endorfina foram extraídas amostras de sangue venoso nos momentos pré- e pós-atividade física. Os resultados apontaram para uma influência de diversos fatores sobre a aderência à atividade física, como peso, altura, sintomas físicos, angústia e o nível de tensão no dia a dia, porém não houve alterações nos níveis de β -endorfina em mulheres não treinadas, mudança que ocorre em pessoas fisicamente ativas. Outra conclusão obtida nessa

pesquisa, baseada no processo de escolha dos participantes da pesquisa em um *campus* universitário, aponta para o fato de que um programa de atividade física sem custos para o participante, ocorrendo em um local conveniente e com horários apropriados, é um excelente motivador para aderência à prática de atividade física.

Investigando as razões que levam à aderência a um programa estruturado de atividade física, WILLIAMS & LORD (1995) estudaram 102 mulheres entre 60 e 85 anos, durante um período de 12 meses. Tempo de reação, força muscular, uso de drogas psicoativas e idade, foram significativamente associados com a aderência, diferentemente de outras variáveis pesquisadas, como os níveis educacional, de depressão, de ansiedade e de estresse, além de controle neuromuscular, *índice de massa corporal* (IMC) e horas de atividade, que não foram identificados como preditores significativos de aderência a um programa de atividade física entre mulheres idosas.

PERRI *et al.* (1997) estudaram a aderência de mulheres obesas a um programa comportamental que associou controle alimentar a sessões de atividade física. Para essas sessões, as participantes foram divididas em dois grupos: *atividade física supervisionada em grupo*; e *atividade física realizada na própria residência*. Após seis meses, ambos os grupos obtiveram os mesmos progressos, tanto na participação nos exercícios quanto no padrão alimentar. Aos 12 meses, o grupo que realizou as atividades físicas na residência apresentou maior rendimento, tornando-se ainda maior aos 18 meses.

Segundo ANDERSEN *et al.* (1997), apenas 22% dos adultos americanos são fisicamente ativos. Pessoas inativas que saem desta condição ficam menos propensas a morrer de qualquer causa do que aquelas que permanecem sedentárias. Porém, segundo os pesquisadores, muitos médicos não se sentem suficientemente preparados para prescrever exercícios a seus pacientes. Esse trabalho recomendou que as atividades

físicas devam ser informalmente incentivadas, facilitando assim o início da prática, a ocorrência gradual de mudanças e a consequente aderência.

KING *et al.* (1997) realizaram um estudo com 269 adultos saudáveis, inicialmente sedentários, com idades entre 50 e 65 anos, visando definir a melhor combinação de variáveis preditoras de aderência de atividade física a longo prazo. Os sujeitos foram divididos em quatro grupos: *exercícios de alta intensidade realizados em grupo*; *exercícios de alta intensidade realizados em casa*; *exercícios de baixa intensidade realizados em casa*; e o *grupo de controle*, sem execução de exercícios. As mais importantes variáveis apontadas por esse estudo, foram: a estrutura do programa de exercícios; o IMC no início da pesquisa; e o nível de estresse inicial. Para os autores, os valores de algumas variáveis tomadas no início do programa têm força para prever os níveis de aderência até dois anos à frente.

Tentando associar o nível de estresse e a aderência a um programa de atividade física, STETSON *et al.* (1997) estudaram durante oito semanas o comportamento de um grupo de mulheres adultas. As participantes da pesquisa mantiveram um programa diário de exercícios e, semanalmente, preenchiam o questionário *Weekly Stress Inventories*. Quando a semana da participante era composta por acontecimentos estressantes, os resultados apontavam para sessões com um menor tempo dedicado aos exercícios e uma menor eficácia no cumprimento das metas programadas, além de exercitarem-se durante menos dias nesta semana específica e ficarem menos satisfeitas com a execução de seus exercícios.

Com o objetivo de avaliar estratégias de aumento da aderência à atividade física e a consequente perda de peso, JEFFERY *et al.* (1998) realizaram uma pesquisa com 18 meses de duração, dividindo 193 adultos em cinco grupos:

1. terapia comportamental padrão;
2. as mesmas características do primeiro grupo, somadas a caminhadas supervisionadas que ocorriam três vezes por semana;
3. as características do segundo grupo, somadas à participação de um *personal trainer* durante as caminhadas, além do recebimento de ligações telefônicas lembrando o compromisso;
4. novamente, as mesmas características do segundo grupo, porém somadas a um incentivo financeiro após cada caminhada; e
5. uma junção do terceiro com o quarto grupo, ou seja, caminhadas com o apoio de um *personal trainer*, somadas ao incentivo financeiro.

Os resultados mostraram que tanto a presença de um *personal trainer* quanto o incentivo financeiro aumentaram o nível de participação nas caminhadas, sendo que a combinação dos dois ocasionou a maior aderência à atividade física.

SALLIS & OWEN (1998), em seu livro *Physical Activity and Behavioral Medicine*, indicaram alguns caminhos que devem ser adotados pelo próprio praticante, objetivando melhorar sua aderência a um programa de atividade física:

- automonitoramento, mantendo um diário das atividades;
- criar objetivos crescentes, baseando-se nos resultados do diário das atividades;

- premiar-se após atingir cada um dos objetivos, seja lendo um livro, assistindo um programa de televisão, telefonando para um amigo, ou mesmo se autoelogiando;
- analisar os prós e contras de ser ativo fisicamente, além de também examinar os prós e contras de optar pelo sedentarismo;
- mudar o enfoque de sua “conversa interior”, aumentando os pensamentos positivos a respeito de suas atividades físicas e diminuindo os pensamentos negativos;
- prevenir-se contra recaídas da vontade de voltar a ser sedentário (segundo os autores, essas quedas são normais e deve-se estar preparado com um plano para essas ocasiões, não se culpando pelos treinos perdidos, mas planejando a próxima etapa ativa);
- o apoio e o encorajamento da família e dos amigos, por serem fundamentais na manutenção do programa de atividade física; e
- as alterações no programa, em termos de aumento de volume e intensidade dos exercícios, devem ser feitas gradativamente, sem exagero, proporcionando uma mudança fácil e diminuindo a possibilidade de lesões.

Visando aprofundar o entendimento sobre a influência do contato telefônico e da correspondência eletrônica na aderência à atividade física de longo prazo, CASTRO *et al.* (2001) estudaram, durante dois anos, 140 homens e mulheres com idades entre 50 e 65 anos, que recebiam periodicamente telefonemas de motivação e aconselhamento para a prática de atividade física. Os sujeitos foram divididos em quatro grupos:

1. atividade física de intensidade vigorosa praticada em casa;
2. atividade física de intensidade vigorosa praticada em conjunto;

3. atividade física de intensidade moderada praticada em casa; e
4. sem atividades físicas.

No segundo ano da pesquisa, os participantes foram novamente rearrumados aleatoriamente em dois grupos, um recebendo contatos telefônicos e e-mails e o outro apenas e-mails. Os resultados apontaram para uma aderência maior, ao final do segundo ano, dos participantes do grupo que realizaram atividades físicas de intensidade vigorosa e que receberam apenas e-mails.

Em um trabalho de revisão, HUMPEL *et al.* (2002) identificaram 19 estudos que relacionavam o comportamento perante a atividade física e algumas variáveis ambientais. Os resultados indicaram que tiveram uma associação significativa com a prática de atividade física:

- A facilidade de acesso ao local da atividade física (ciclovias no percurso; fácil estacionamento; academia instalada no percurso usual; parque, praia ou estabelecimentos comerciais no percurso da caminhada);
- As oportunidades para a atividade (equipamentos na residência; ter consciência das facilidades; satisfação com as facilidades de recreação; ambiente de bairro; boas ofertas de atividade física na região; clubes locais oferecendo atividades físicas para a comunidade); e
- Os atributos estéticos (bairro agradável; área local atraente; paisagem agradável; colinas; árvores).

Uma associação menos forte com essa prática foi apontada por:

- Condições meteorológicas (falta de bom tempo); e

- Níveis de segurança (caminhada ou corrida em locais inseguros; falta de um local seguro para o exercício; níveis de criminalidade local; iluminação pública; tráfego pesado).

Estudando a resposta que a variação de intensidade no exercício e a frequência de sessões semanais dariam à aderência, PERRI *et al.* (2002) realizaram um estudo 2 X 2 com 379 adultos, variando a frequência de sessões de atividade física por semana (3-4 ou 5-7 dias) e a intensidade do esforço (45%-55% ou 65%-75% da frequência cardíaca máxima de reserva). Os resultados apontaram para uma maior aderência nos dois grupos que trabalharam com menores intensidades de esforço.

Em um estudo, INGLEDEW & SULLIVAN (2002) basearam-se no pressuposto de que mulheres adultas encaram sua imagem corporal de maneira distinta de homens adultos e que esta diferenciação influencia a motivação para controlar o próprio peso. Assim, partindo da hipótese de que esta distinção começa a ocorrer na adolescência, examinaram os efeitos da imagem corporal nos motivadores da prática de exercícios entre adolescentes. Dividindo os participantes da pesquisa por idade e sexo em quatro grupos (meninas de 11 a 13 anos; meninos de 11 a 13 anos; moças de 17 a 19 anos; e rapazes de 17 a 19 anos), aplicaram um questionário intitulado “*Por que você se exercita no horário de lazer?*”, já bastante utilizado em pesquisas com adolescentes europeus. Para estudar os motivadores, aplicou-se também o *Exercise Motivations Inventory version 2* (EMI2) (MARKLAND & INGLEDEW, 1997), com algumas adaptações feitas para facilitar o uso com adolescentes. Conforme a hipótese inicial dos pesquisadores, os resultados confirmaram que havia uma diferença no motivador de controle de peso por parte de jovens de 17 a 19 anos, conforme o sexo. O motivador masculino identificado era representado pelo IMC elevado, não sendo este grupo motivado por desafios, reconhecimento social ou controle do estresse. O motivador

feminino apontado pela pesquisa foi a percepção das próprias medidas do corpo e o desejo de ter as medidas ideais, sendo menos motivadas por competição ou diversão. Nos dois grupos de 11 a 13 anos, tanto o feminino quanto o masculino, estas diferenças não foram significativas.

Em 2003 foi feita uma pesquisa por MUNNEKE *et al.* (2003) com 146 pacientes de artrite reumática que participaram do programa RAPIT (*Rheumatoid Arthritis Patients In Training*) de melhora da preparação física. Durante dois anos foram feitos treinamentos de força e resistência, em sessões de 75 min, duas vezes por semana. Ao final deste período ainda estavam participando 81% dos pacientes inscritos inicialmente, sendo que 78% recomendariam fortemente este programa a outros portadores de artrite reumática, sugerindo que doenças severas podem não ser bons preditores para a falta de aderência a programas de atividade física.

HEESCH *et al.* (2003) tentaram encontrar diferenças nos níveis de aderência à atividade física entre sujeitos que treinavam em grupo (Grupo G), recebendo atenção de instrutores durante as sessões, e sujeitos que treinavam individualmente (Grupo C), também recebendo atenção de instrutores, porém apenas por e-mail e telefone. Nessa pesquisa, a aderência foi considerada através da soma de três variáveis: a execução de tarefas a serem realizadas em casa, recebidas após cada sessão de treinamento; relatórios sobre as atividades físicas e o automonitoramento, que eram preparados em casa e entregues na sessão seguinte; e a participação nos treinos em grupo (para o Grupo G) ou o atendimento às ligações telefônicas programadas (para o Grupo C). O resultado surpreendeu os pesquisadores, indicando uma maior aderência à atividade física entre os participantes do Grupo C. Uma possível explicação para este resultado foi dada pelo fato das intervenções telefônicas neste grupo serem feitas individualmente, o que

personaliza o atendimento, contrário ao Grupo G, onde as intervenções, apesar de serem feitas pessoalmente, aconteciam em grupo, sempre coletivamente.

COX *et al.* (2003) estudaram um grupo de 126 mulheres, com idades entre 40 e 65 anos, analisando a possibilidade de um programa supervisionado de exercícios físicos, num período de seis meses, levar a uma aderência maior do que um programa não supervisionado. O estudo também examinou se a intensidade dos exercícios influenciaria a aderência. O grupo supervisionado fez, durante os primeiros seis meses, as sessões de atividade física em conjunto. Após este período, sua rotina foi alterada para sessões executadas individualmente em casa. O grupo não supervisionado iniciou suas atividades em casa, individualmente, permanecendo assim durante 18 meses. Em ambos os grupos, os sujeitos foram escolhidos aleatoriamente para cumprir atividades físicas de moderada ou vigorosa intensidade. Os resultados do estudo apontaram para uma retenção mais alta no grupo supervisionado, tanto nos primeiros seis meses, quanto com 12 meses e 18 meses, sendo que neste último período a retenção foi maior com o exercício de intensidade moderada. Em relação à aderência, nos primeiros seis meses ela foi mais alta no grupo supervisionado, sendo que a atividade de intensidade vigorosa influenciou mais nos períodos de seis e 12 meses, não havendo uma influência significativa da intensidade do exercício sobre a aderência no período de 18 meses.

PATTEN *et al.* (2003) analisaram os efeitos da depressão sobre a aderência à atividade física, em duas pesquisas realizadas com fumantes que possuíam histórico de alcoolismo. Em ambas as pesquisas, os sujeitos participaram de 12 encontros com um grupo de aconselhamento, sendo a data-alvo para o abandono do hábito do tabagismo determinada como a oitava sessão. Na primeira pesquisa, em que participaram 73 fumantes, além das 12 sessões de aconselhamento iniciaram-se sessões de atividade física a partir do oitavo encontro, que perduraram até o último. Na segunda pesquisa,

realizada com 18 fumantes, iniciaram-se as sessões de exercícios já no primeiro encontro, também continuando até o último. O comparecimento médio por sessão foi alto nos dois estudos (82%), chamando a atenção dos pesquisadores o fato dos fumantes detectados como deprimidos no início de cada pesquisa apresentarem uma maior frequência média de atividades físicas por semana, em relação aos fumantes não depressivos, sugerindo que fumantes deprimidos podem ser engajados em um programa de exercícios, havendo uma chance maior de aderência.

IRWIN *et al.* (2004) examinaram os padrões de aderência à atividade física em 173 mulheres sedentárias com sobrepeso e na fase pós-menopausa. O estudo avaliou a influência de variáveis *demográficas, fisiológicas e psicossociais*, sendo feitas diversas associações entre estas variáveis. Foram encontradas associações estatisticamente significativas entre níveis elevados de aderência ao programa de atividade física e as seguintes variáveis: menor circunferência da cintura; menores níveis de gordura intra-abdominal; valores altos de $VO_{2máx}$; participação em alguma atividade física de lazer nos três meses anteriores; etnia branca não hispânica; trabalho em período parcial; maior participação em sessões supervisionadas de exercício; e maior participação nas aulas em grupo.

COURNEYA *et al.* (2004) investigaram preditores de aderência ao exercício físico em sobreviventes de câncer de próstata. Com 155 participantes separados em dois grupos (Exercício, n = 82; e Controle, n = 73), foram feitas medidas de variáveis sociais cognitivas, qualidade de vida, comportamento e aptidão física. O grupo Exercício participou de treinamento de resistência em três sessões semanais, durante 12 semanas. O grupo Controle foi instruído a manter sua rotina habitual de atividade física, sem qualquer intervenção dos pesquisadores. Os resultados apontaram para alguns preditores de aderência com diferença significativa: o estágio do exercício; a intenção; a idade; a

qualidade de vida; a fadiga; o teste *leg-press* de levantamento de peso; entre outros. A análise multivariada indicou três preditores independentes que explicam 20,4% da variância: o estágio do exercício; a idade; e a intenção.

CYARTO *et al.* (2006) realizaram um estudo com 119 sujeitos (80 ± 6 anos) que viviam em retiros de idosos, visando comparar as taxas de retenção e aderência a um programa de atividade física que contemplasse resistência aeróbica, força e equilíbrio nesta faixa etária. Em um grupo, os sujeitos realizaram as atividades individualmente. Em outro grupo, as atividades físicas aconteceram em conjunto. Ao final do período, a taxa de retenção em ambos os grupos não mostrou diferença significativa, porém a aderência foi significativamente maior no grupo que participou das atividades físicas em conjunto.

Utilizando um questionário aplicado em 1692 jovens americanos, de ambos os sexos, cursando o sétimo ou oitavo ano do Ensino Fundamental, SIRARD *et al.* (2006) analisaram os motivadores para a prática de atividades físicas nesta faixa etária. Os resultados apontaram para a existência de diferenças entre os dois sexos, havendo, entre as meninas, uma prioridade maior nos *contatos sociais e habilidades*, vindo atrás a *competição* e a *melhora da aptidão física*. Entre os meninos, a maior importância recaiu sobre a *competição*, seguida pelos *benefícios sociais* e a *melhora da aptidão física*.

Utilizando *regressão logística* (RL), BERRIGAN *et al.* (2006) analisaram os resultados da *2001 California Health Interview Survey*, onde mais de 55.000 entrevistas telefônicas versando sobre saúde e atividade física foram feitas na Califórnia, EUA. Quando se considerou o tempo dedicado à atividade física em horário de lazer, as maiores taxas de aderência aconteceram entre homens, jovens, com maiores níveis de escolaridade e renda, originários das ilhas do Pacífico e brancos não hispânicos. Todos esses fatores tinham suas diferenças de aderência diminuídas quando se incluíam

atividades físicas que não eram de lazer, como caminhada e bicicleta utilizadas como meio de transporte.

Segundo WEINBERG & GOULD (2007) em seu livro *Foundations of Sport and Exercise Psychology*, a aderência a um programa de atividade física é fortemente afetada pelo desconforto durante o exercício. Exercícios de alta intensidade são extremamente estressantes para iniciantes sedentários, o que leva praticantes de caminhada a permanecerem ativos durante mais tempo do que os corredores. Esta afirmação também foi feita por RHODES *et al.* (2009) e WARBURTON *et al.* (2007).

DALEY *et al.* (2007) realizaram um estudo com 108 mulheres, cujos tratamentos de câncer de mama haviam sido encerrados entre 12 e 36 meses. Dividindo-as randomicamente em três grupos (*exercício aeróbico pleno*; *exercício aeróbico placebo*⁶; e *controle*, com hábitos de atividade física mantidos), aplicaram três sessões semanais de exercícios físicos durante oito semanas. Considerou-se, no desenho da pesquisa, que as características socioeconômicas, as condições de saúde, o regime de tratamento do câncer e os efeitos colaterais deste tratamento, agrupados aos resultados das taxas de aderência à atividade física dos três grupos, resultariam na indicação de alguns preditores de aderência à atividade física. Porém, tanto o *grupo de exercício aeróbico pleno* quanto o de *exercício aeróbico placebo* obtiveram taxas de aderência altas e semelhantes, sugerindo que mulheres tratadas de câncer de mama estão ávidas por participar de programas de atividade física, caso seja-lhes dada oportunidade e apoio.

⁶ Atividade física com a frequência cardíaca mantida abaixo de 100 batimentos por minuto e a *Escala de Borg de Esforço Percebido* de 6 a 20 (HARVARD, 2010) com valores abaixo de 12 (intensidade bastante leve), não produzindo efeitos de treinamento.

Baseados na Teoria da Autodeterminação (DECI & RYAN, 2000), foi realizado um estudo por EDMUNDS *et al.* (2007) com 48 participantes, com idades entre 16 e 73 anos e IMC entre 29 kg.m⁻² e 58 kg.m⁻² (IMC entre 25 e 30 kg.m⁻² é considerado *sobrepeso*; acima de 30 kg.m⁻² é considerado *obesidade*). A pesquisa examinou diferenças psicológicas relacionadas ao tempo de aderência a um programa de atividade física. Em momentos diferentes do programa de três meses de atividades físicas, os participantes responderam questionários que tentaram captar: a autonomia; o momento em que o participante havia abandonado o programa ou, se não abandonou, se ficou de acordo ou não com a prescrição de exercícios que recebeu; a satisfação das necessidades psicológicas; a motivação para se engajar em atividades físicas; o comportamento durante a atividade física; a autoeficácia para o engajamento no exercício; o comprometimento com o programa de exercícios; a intenção com o exercício; a influência positiva ou negativa da prática da atividade física na vida de cada participante; o grau de vitalidade subjetiva experimentada na vida do participante; e a satisfação com a vida. Os resultados sugeriram que a aderência a um programa de atividade física seria beneficiada com a criação de serviços que promovessem a satisfação das necessidades psicológicas.

Considerando que exercícios físicos são tidos como um importante componente de um estilo de vida saudável, até mesmo para portadores de doenças crônicas, como a DPOC, DONESKY-CUENCO *et al.* (2007) analisaram a aderência de 103 portadores desta doença em um programa de caminhadas, prescrito por um período de 12 meses. Seu estudo validou sete categorias de aderência: *perseverante* (frequência maior que 80%; zero a duas semanas de ausência; sem reincidência de ausência); *ausência ocasional* (frequência maior que 80%; três a seis semanas de ausência; nenhuma ou uma reincidência de ausência); *baixa aderência* (frequência menor que 80%; zero a seis

semanas de ausência; nenhuma ou uma reincidência de ausência); *longa reincidência* (frequência entre 50% e 80%; mais de seis semanas de ausência; uma reincidência de ausência); *recuperação* (frequência menor que 80%; mais de seis semanas de ausência; mais de uma reincidência de ausência; mais de uma tentativa de retorno); *recaimento* (frequência menor que 80%; mais de seis semanas de ausência; menos de uma reincidência de ausência; nenhuma ou alguma tentativa de retorno; não retornou nas últimas quatro semanas do programa); e *desistente* (não completou o programa).

MEROM *et al.* (2007) analisaram a possibilidade do uso de um pedômetro aumentar a aderência em um programa de caminhadas. Este estudo foi feito com 369 adultos inativos fisicamente, com idades entre 30 e 65 anos, divididos em três grupos: *caminhada*; *caminhada com pedômetro*; e um *grupo de controle* sem atividade física. Após três meses, os resultados apontaram para um aumento significativo na participação do grupo caminhada com pedômetro em outros esportes e atividades físicas no tempo livre e de lazer, apontando para uma aderência à atividade física como um todo, não especificamente à caminhada.

COX *et al.* (2008) estudaram os efeitos e as diferenças, a curto e longo prazo, sobre a retenção e a aderência em dois programas de atividade física, sendo um programa definido da maneira tradicional e outro com uma intervenção comportamental. Para tanto, participaram da pesquisa 116 mulheres saudáveis, previamente sedentárias, com idades entre 50 e 70 anos, divididas randomicamente em quatro grupos: *natação - maneira tradicional*; *caminhada - maneira tradicional*; *natação - intervenção comportamental*; e *caminhada - intervenção comportamental*. Para os primeiros seis meses, as participantes dos dois grupos *maneira tradicional* (natação e caminhada) receberam planilhas com informações sobre os requisitos do programa, as técnicas dos exercícios e a segurança, além de folhetos motivadores

distribuídos periodicamente durante o período. Para os seis meses seguintes, as participantes deveriam seguir o mesmo programa, porém sem supervisão. As participantes dos dois grupos de *intervenção comportamental* (natação e caminhada) receberam planilhas quinzenais nos primeiros seis meses, que incluíam estratégias para atingir os objetivos, gerenciamento do tempo e superação de desafios. Além disso, ocorriam pequenos seminários quinzenais para estes dois grupos de *intervenção comportamental*, além de levarem questionários para preencher em casa. Nos seis meses seguintes, estas participantes receberam novos folhetos explicativos, porém sem outros materiais comportamentais. Ao final de seis e doze meses, os resultados mostraram que não ocorreram diferenças significativas entre ambos os programas, para as duas atividades físicas, tanto em relação à retenção quanto à aderência. Com isso, os pesquisadores concluíram que, tanto para natação quanto para caminhada, um programa iniciado com uma cuidadosa supervisão de seis meses pode levar mulheres idosas a altas taxas de retenção e aderência por 12 meses, não havendo melhoras com uma intervenção comportamental.

HUBERT *et al.* (2008) estudaram os motivos que levaram mulheres a continuar participando de programas de atividade física, mesmo após terem completado um programa estruturado. Seus resultados apontaram para a valorização do amor-próprio como ponto central da aderência à atividade física, seja através da motivação, de atividades físicas agradáveis ou da melhora da imagem corporal.

Visando compreender mais profundamente os motivadores e desmotivadores da aderência à prática regular de atividade física, COGHILL & COOPER (2009) investigaram 38 homens de 45 a 65 anos de idade, sedentários, não fumantes, hipercolesterolêmicos não medicados, fazendo-os participar de um programa de 12 semanas de caminhada rápida por, no mínimo, cinco dias na semana. Durante este

período, os participantes encontravam os investigadores a cada quatro semanas, podendo fazer contato via telefone a qualquer momento, a fim de dirimir eventuais dúvidas. Seis meses após o término do programa, os participantes receberam uma ligação telefônica previamente acordada e responderam um questionário com seis perguntas relacionadas à aderência à atividade física durante este período pós-programa. Os resultados indicaram que o maior motivador à aderência foram os benefícios à saúde, enquanto que o maior desmotivador foi a falta de tempo para a prática da atividade, sendo que foi apontada a presença de um apoio externo como um possível motivador para o aumento da aderência.

Tentando achar uma saída para o nível de desistência acima de 50% que ocorre nos primeiros seis meses de prática de atividade física (DISHMAN, 1982, 1991, MARTIN & DUBBERT, 1982, ROBISON & ROGERS, 1994), os pesquisadores JOUPER & HASSMÉN (2009) analisaram praticantes de *Qigong*, uma atividade de baixa intensidade que une atividades corporais com atividades de concentração mental. Seu alvo foi determinar o nível de aderência em praticantes desta atividade, observando os motivos que os levaram a esta prática, as intenções, a idade, o nível de estresse e o nível de energia despendido durante as sessões de *Qigong*. Os valores de aderência, obtidos com a análise dos objetivos do exercício, a idade e o nível de estresse, aumentavam quando se incluía o nível de concentração, sugerindo uma atenção dos profissionais de Educação Física para o encorajamento do aumento do nível de concentração dos praticantes durante a sessão de exercícios.

Analisando-se o conjunto desses estudos, nota-se que vários deles concluíram pela importância de fatores que levam à aderência à prática de atividades físicas, tais como: interação social; flexibilidade na escolha dos objetivos físicos a serem atingidos; estratégias de treinamento baseadas em distração e lazer; percepção de melhora da

forma física e da saúde; baixos níveis de dor e sofrimento na atividade física; locais convenientes; horários apropriados; presença de um *personal trainer*; crescimento gradativo de volume e intensidade dos exercícios; e, no caso de idosos, a participação nas atividades físicas em conjunto. Porém, como mencionado anteriormente, todos esses estudos utilizaram-se de grupos específicos, como adultos, mulheres adultas, homens adultos, adultos obesos, mulheres obesas, idosos, mulheres idosas, mulheres na pós-menopausa, mulheres tratadas de câncer de mama, homens tratados de câncer de próstata, fumantes, fumantes com histórico de alcoolismo, praticantes de Qigong, portadores de DPOC, portadores de artrite reumática e adolescentes.

Note-se ainda que, também como mencionado, via de regra esses estudos utilizaram-se de grupos de voluntários, o que pode estar resultando em uma sobre-estimativa das taxas de aderência resultantes das intervenções e programas analisados.

Adicionalmente, com relação às metodologias analisadas, nota-se que todos os estudos encontrados sobre o assunto limitaram-se a métodos lineares, não utilizando modelos mais complexos, o que talvez não tenha sido suficiente, dada a complexidade dos fatores envolvidos no problema.

II.2 - REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As RNA são modelos computacionais não algorítmicos que tiveram como inspiração inicial a complexa rede de neurônios do cérebro humano, com seus axônios, dendritos e sinapses (BRAGA *et al.*, 1998) (Figura II.1).

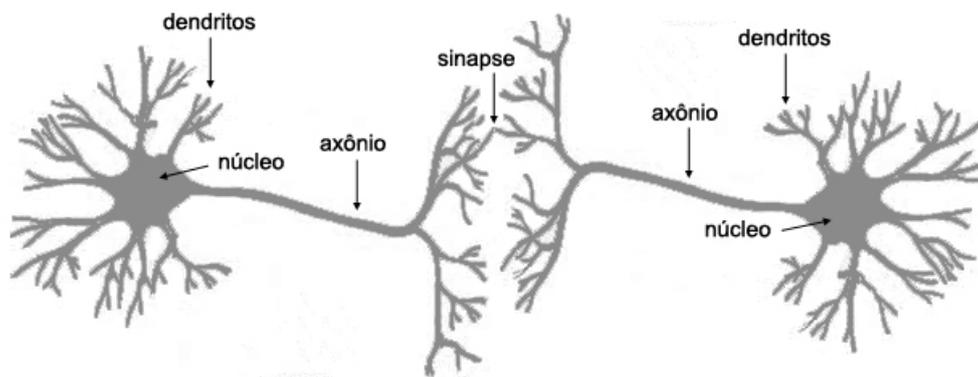


Figura II.1 - Neurônios biológicos

O modelo inicial de uma RNA foi proposto em 1943 pelo fisiologista Warren S. McCulloch e por seu aluno matemático Walter H. Pitts, no histórico trabalho “*A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*” (MCCULLOCH & PITTS, 1943), onde os pesquisadores estudaram as analogias existentes entre um neurônio e um processo eletrônico binário (AZEVEDO *et al.*, 2000, OLIVEIRA JUNIOR, 2007) (Figura II.2).

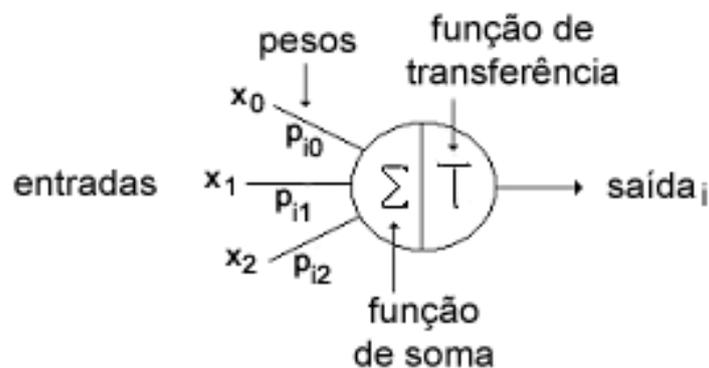


Figura II.2 - Neurônio de McCulloch-Pitts

O trabalho de McCulloch e Pitts, no entanto, prendeu-se mais à tentativa de descrever um modelo artificial de um neurônio e suas capacidades computacionais do que apresentar qualquer técnica de aprendizado (BRAGA *et al.*, 1998). Este neurônio de McCulloch-Pitts pode ser modelado como um caso particular de discriminador linear de entradas binárias (KOVÁCS, 2006).

No final da década de 1950, em outro importante momento da história do desenvolvimento das RNA, Frank Rosenblatt, em seu artigo “*The Perceptron: a Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain*” (ROSENBLATT, 1958), aperfeiçoa as ideias de McCulloch e Pitts, criando uma rede com vários neurônios do tipo discriminador linear e a denomina *perceptron*. Neste modelo, os neurônios eram dispostos em camadas: a primeira, chamada *camada de entrada*, continha os neurônios que recebiam diretamente as entradas; a última, a *camada de saída*, continha os neurônios que entregavam as saídas; e as camadas intermediárias, *camadas ocultas*, que faziam o processamento intermediário (COSTA *et al.*, 2003; KOVÁCS, 2006) (Figura II.3).

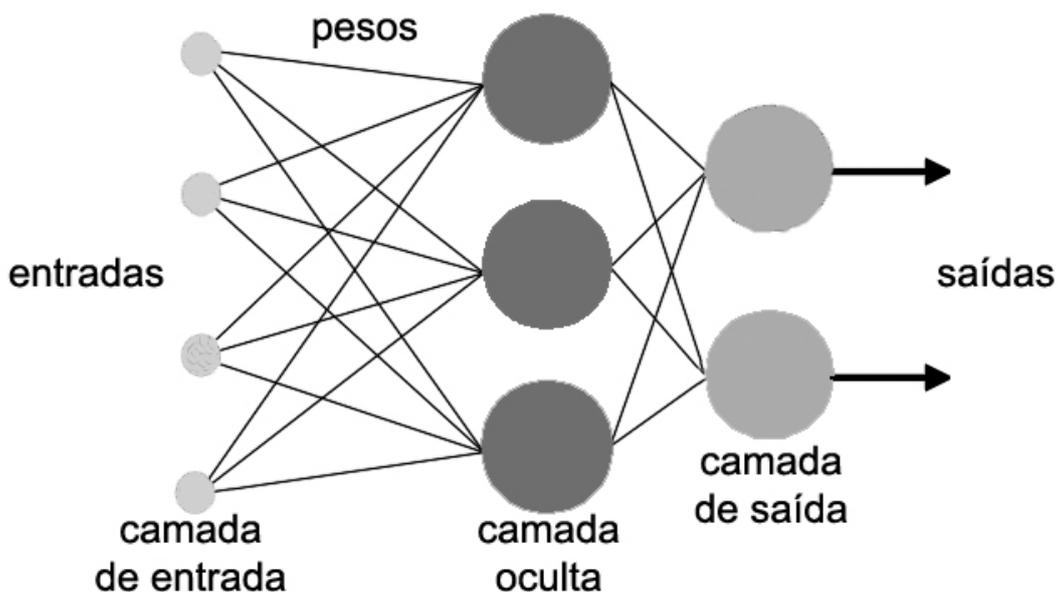


Figura II.3 - RNA de três camadas

Em 1960, Bernard Widrow e Marcian Hoff aperfeiçoaram o *perceptron*, criando o ADALINE (ADaptive LInear NEuron), que na verdade era um neurônio e não um modelo de RNA (WIDROW & HOFF, 1960). O aprimoramento introduzido foram os pesos, que eram multiplicados pelas entradas e totalizados, além da soma de um viés (SMITH, 1993). O passo seguinte foi o aprimoramento do ADALINE, com o desenvolvimento do MADALINE (*Many ADALINE*). Este modelo utilizava vários ADALINEs em paralelo com apenas uma saída, cujo resultado baseava-se em regras intermediárias (KARTALOPOULOS, 1996).

Na década de 1970 e início dos anos 1980, os estudos de RNA ficaram um pouco paralisados, porém não totalmente graças aos estudos de Kohonen com a RNA *Self-Organizing Maps* (SOM) (KOHONEN, 1982a, 1982b, 1984, 1987, 1988), e de Paul Werbos (WERBOS, 1987, 1988, 1990), desenvolvedor do algoritmo *backpropagation* (KARTALOPOULOS, 1996).

As pesquisas sobre RNA retornaram fortemente a partir do meio da década de 1980 pelas mãos de Gail Carpenter e Stephen Grossberg (CARPENTER, 1989, CARPENTER & GROSSBERG, 1988, CARPENTER *et al.*, 1989), desenvolvedores do modelo não supervisionado ART (*Adaptive Resonance Theory*), baseado no processamento de informações cognitivas humanas (GURNEY, 1997, SMITH, 1993). Nos anos seguintes, variantes do modelo ART foram desenvolvidas: *ART 1* (CARPENTER & GROSSBERG, 1987a), *ART 2* (CARPENTER & GROSSBERG, 1987b), *ART 3* (CARPENTER & GROSSBERG, 1990), *ARTMAP* (CARPENTER *et al.*, 1991a), *fuzzy ART* (CARPENTER *et al.*, 1991b), *ART 2-A* (CARPENTER *et al.*, 1991c), *dART* (CARPENTER & GROSSBERG, 2002) (Figura II.4).

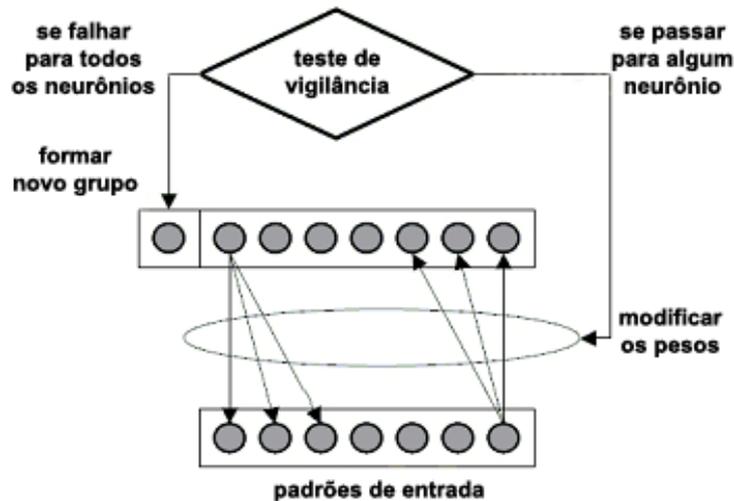


Figura II.4 - Arquitetura ART simplificada

O aprendizado é um dos processos mais importantes nos modelos de RNA, sendo muito pesquisado até hoje (AZEVEDO *et al.*, 2000). Basicamente, ele é classificado em dois tipos, o *aprendizado supervisionado* e o *não supervisionado*:

- No *aprendizado supervisionado* são utilizados dois conjuntos de dados, um de entradas e um das saídas correspondentes. Na fase de treinamento, as entradas são apresentadas à RNA, devendo-se verificar se as saídas calculadas correspondem às saídas previamente conhecidas. Em caso negativo, a RNA deverá proceder ao ajuste dos pesos, de forma a armazenar o conhecimento exigido. Esta fase deverá ser repetida com os mesmos dados de entrada e saída até que a taxa de acertos da RNA esteja dentro de uma faixa considerada satisfatória (TAFNER *et al.*, 1995).
- No *aprendizado não supervisionado*, também conhecido como *autossupervisionado*, não existe o conjunto de dados de saída, apenas o conjunto de entradas. Neste tipo de aprendizado, a RNA trabalha os dados de entrada classificando-os segundo seus próprios critérios, ou seja, os neurônios são usados como classificadores e os dados como elementos de classificação (COSTA *et al.*, 2007, TAFNER *et al.*, 1995).

Após a fase de *aprendizado*, ou *treinamento*, a RNA está pronta para entrar na fase que alguns autores chamam de *estimação*, onde ela se comportará deterministicamente, gerando sempre a mesma saída para uma mesma entrada. Neste ponto, a RNA estará em condições de estimar, predizer, reconhecer e classificar dados desconhecidos ou incompletos, inferindo soluções e, até mesmo, capturando relações sutis dentre os dados. Esta habilidade difere radicalmente de técnicas tradicionais de programação, porque uma estrutura de software como essa não depende dos conhecimentos *a priori* de um programador a respeito das possíveis soluções (SHAW & SIMÕES, 1999).

Uma característica importante das RNA é a sua capacidade de generalização, extraíndo uma saída útil a partir de um conjunto de dados imperfeito, incompleto ou com ruído, graças ao processamento paralelo dos dados de entrada. Isto a torna tolerante a falhas, exatamente porque uma falha em um neurônio é coberta pelas saídas corretas de seus elementos vizinhos (SHAW & SIMÕES, 1999).

Atualmente, os modelos de RNA encontram-se bastante distantes do modelo inicial do neurônio de McCulloch e Pitts (AZEVEDO *et al.*, 2000), possuindo uma grande capacidade de aprendizado através de um reduzido número de exemplos, resultando em respostas coerentes para dados de entrada não conhecidos, baseado em sua grande habilidade de generalização (BRAGA *et al.*, 1998). LIPPMANN (1987) fez uma revisão sobre seis modelos de RNA utilizados para classificação de padrões: Rede Hopfield; Rede Hamming; Classificação Carpenter/Grossberg (ART); *Perceptron*; MLP; e SOM.

O uso das RNA generalizou-se para muitas áreas do conhecimento humano, incluindo a Engenharia Biomédica (BEATTY, 1998).

Considerando a importância da previsão de recursos para a eficácia do planejamento de uma empresa – e uma unidade hospitalar enquadra-se nesta situação –, MOBLEY *et al.* (1995) estudaram a aplicação de modelos matemáticos que auxiliassem a análise e a previsão do período de permanência de pacientes em uma *unidade de tratamento pós-coronariano* (UTPC), fazendo uso de uma RNA *backpropagation perceptron multicamadas* (MLP) e um modelo linear de *função de transferência logística* (FTL). As variáveis utilizadas foram retiradas do formulário preenchido no momento da admissão do paciente na UTPC. A MLP foi testada com duas topologias diferentes – duas e três camadas –, ocorrendo resultados semelhantes em ambas, com 72% de acurácia (AC) na previsão de permanência, quando foi considerado o erro máximo de um dia. Os resultados da FTL, para o mesmo erro máximo de um dia, foi 64% de AC.

Reconhecendo a importância do eletrocardiograma (ECG) na prática clínica, MAGLAVERAS *et al.* (1998) revisaram as tendências sobre reconhecimento de padrões de ECG, em especial as transformações não lineares e a utilização de técnicas baseadas em RNA para reconhecimento de padrões e classificação, sendo os algoritmos testados para a detecção de *batimentos isquêmicos* e reconhecimento de *fibrilação atrial*.

SOARES & NADAL (1999), também considerando crucial a importância do ECG no diagnóstico da integridade cardíaca, visto serem as doenças cardíacas e circulatórias a principal causa atual de mortalidade (MS/SVS, 2004), estudaram um método de detecção automática de alterações do *segmento ST*, utilizando uma MLP treinada com o algoritmo *Levenberg-Marquardt* (HAGAN & MENHAJ, 1994) para classificação de padrões, sendo que a extração de parâmetros e a redução de dimensionalidade foram executadas através do uso da *Análise de Componentes Principais* (ACP) – método

estatístico também utilizado por MUNIZ & NADAL (2009) para distinguir a componente vertical da *força de reação do solo* em teste de marcha com pacientes portadores de fraturas em membros inferiores. A MLP foi treinada com seis topologias diferentes, variando a camada oculta com 6, 10, 15, 20, 25 e 30 neurônios. Graças ao uso da ACP, o número inicial de 90 parâmetros de entrada (tamanho dos *segmentos ST-T*) foi reduzido para apenas cinco, diminuindo o número de neurônios da camada de entrada para este mesmo valor. A camada de saída trabalhou com três neurônios ($ST+$, $ST-$, N). A topologia com melhor desempenho foi a que utilizou 15 neurônios na camada oculta. Para a avaliação dos *segmentos ST+*, os resultados indicaram uma AC de 88,83% e uma sensibilidade (SE) de 93,01%; em relação às alterações de $ST-$, a AC foi 77,96% e a SE 80,28%; para os *segmentos normais*, a AC foi de 76,50%. Estes valores são compatíveis com os sistemas automáticos equivalentes encontrados na literatura, inclusive sistemas mais sofisticados que empregaram metodologia semelhante.

Também em um estudo das alterações do *segmento ST*, por ser considerado um bom preditor de infarto do miocárdio e morte súbita, FRENKEL & NADAL (2000) investigaram quatro métodos de representação de ST – dois baseados em parâmetros morfológicos e dois baseados em ACP –, comparando seus desempenhos:

- Métodos baseados em parâmetros morfológicos
 - Análise direta do *segmento ST* em uma única medida de amplitude do ponto localizado 104 ms após a *onda R* (AKSELROD *et al.*, 1987);
 - Método RST (BENHORIM *et al.*, 1996), duas amostras dependentes no *intervalo RR* que delimitam o *segmento ST*, sendo utilizado o valor médio de todas as amostras localizadas entre elas;

- Métodos baseados em ACP
 - O coeficiente da primeira Componente Principal (CP);
 - Os coeficientes das seis primeiras CP utilizadas como entradas de uma MLP.

Os resultados apontaram para a possibilidade de utilização de qualquer um dos quatro métodos perante alterações elevadas do *segmento ST*, acima de 300 μV . Porém, quando ocorreram alterações moderadas, entre 100 μV e 300 μV , a MLP teve o melhor resultado, com SE 83,64% e valor preditivo positivo de 75,41%.

WEST & WEST (2000) investigaram a acurácia de modelos de RNA no diagnóstico de seis doenças eritêmato-escamosas que possuem identificações visuais bastante semelhantes entre si, assim como as características histopatológicas resultantes de biópsia: *psoríase*; *dermatite seborréica*; *líquen plano*; *pitiríase rósea*; *dermatite crônica*; e *pitiríase rubra pilar*. Para este estudo, os autores utilizaram 34 variáveis dermatológicas que foram aplicadas nos modelos de MLP, SOM e subconjuntos de RNA especialistas.

Para criar um *sistema de suporte à decisão médica* para casos de traumatismo craniano, LI *et al.* (2000) compararam três modelos matemáticos: RL; MLP; e RNA Função de Base Radial (RBF). Esses modelos utilizaram as variáveis: *tipo de fratura*; *escala Glasgow Coma* (TEASDALE & JENNETT, 1974, TEASDALE & MURRAY, 2000); *episódios de convulsão*; e o *grau de recomendação de uma cirurgia de crânio aberto*. Os resultados apontaram valores de SE, especificidade (ES) e área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), respectivamente: para a MLP, 88%, 80% e 0,897; para a RBF, 80%, 80% e 0,880; e, para a RL, 73%, 68% e 0,761. Segundo os autores, os resultados sugerem que RNA pode ser uma solução melhor para sistemas

complexos não lineares de *suporte à decisão médica* do que técnicas estatísticas convencionais, como a RL.

Considerando o grande desafio que há décadas vem representando a difícil diferenciação entre os casos de *disfluência infantil* e *gagueira*, GEETHA *et al.* (2000) utilizaram uma MLP com o objetivo de realizar esta discriminação. Para isso, empregaram dados de crianças com idades entre dois e seis anos, divididos em dois grupos: o primeiro, com 25 crianças, foi utilizado para treinamento da MLP; o segundo, com 26 crianças, foi empregado para predição do diagnóstico. Apesar do baixo número de casos durante o treinamento da MLP, a predição teve uma acurácia de 92%.

Via de regra, a administração de insulina para diabéticos segue parâmetros baseados na experiência e na intuição do médico que assiste o paciente, não havendo informações suficientes na literatura científica que abordem os aspectos práticos da aplicação das doses. Para estudar o assunto, GOGOU *et al.* (2001) utilizaram uma MLP que recebeu informações colhidas com especialistas do Reino Unido e da Grécia, a partir de questionários previamente enviados.

A MLP foi treinada com 100 casos e testada com outros 100 casos de pacientes. O sistema classificou corretamente 92% dos casos de teste, mostrando ser aplicável a este problema.

Considerando que pequenas mudanças que ocorrem na fisiologia de um paciente são difíceis de detectar, principalmente em unidades de terapia intensiva, onde o ambiente é bombardeado por uma avalanche de sinais de controle enviados simultaneamente por vários dispositivos, PARMANTO *et al.* (2001) utilizaram uma RNA para a classificação e detecção de alterações hemodinâmicas, visto que sua descoberta precoce, acompanhada de uma intervenção apropriada, pode conduzir a uma

assistência eficiente ao paciente. Diferente de muitos estudos em *Engenharia Biomédica*, onde os dados utilizados são estáticos e a MLP e a RBF são poderosas ferramentas para *sistemas médicos de apoio à decisão*, este estudo fez uso de uma RNA *Time-Delay* (RNATD) (LIN *et al.*, 1995, WAIBEL *et al.*, 1989) para fazer frente aos dados que, necessariamente, são dinâmicos e atualizam-se em tempo real. A RNATD conseguiu identificar as condições hemodinâmicas de 1138 situações (93%) em um total de 1224, onde os casos restantes foram 56 de situações de transição (5%) e 30 de dados com ruídos (2%), indicando o modelo RNATD para este tipo de aplicação dinâmica.

Utilizando 43 variáveis das áreas social, econômica, ambiental e de saúde, indicativas de 59 municípios brasileiros, GISMONDI *et al.* (2002) aplicaram uma MLP em um modelo epidemiológico com o intuito de avaliar o grau de importância de cada uma destas variáveis na predição da taxa de mortalidade infantil. Para efeito de comparação, também foram calculados três modelos de RL. O estudo com a MLP dividiu-se em duas fases:

1. A MLP foi alimentada com todas as 43 variáveis; e
2. A MLP foi alimentada apenas com as oito variáveis mais representativas, indicadas pela *Análise de Fatores*⁷ (AF).

No mesmo estudo, três modelos de RL foram calculados:

1. *backward*;
2. *forward*; e
3. um modelo utilizando as oito variáveis escolhidas para a MLP pela AF.

⁷ Modelagem utilizada com o objetivo de descobrir a importância de variáveis encobertas por variáveis observáveis.

Os resultados indicaram 80% de variância para a MLP com as oito variáveis escolhidas, 74% para a MLP com 43 variáveis, 50% para a RL *backward*, 47% para a RL calculada com as oito variáveis e 45% para a RL *forward*, confirmando a potencialidade da modelagem da MLP na previsão, planejamento e avaliação de ações de Saúde Pública.

Considerando que uma RNA possui potencial para aplicações em diagnósticos médicos, tanto com o uso de imagens de exames quanto sem elas, SCOTT (2004) discutiu a importância de uma RNA possuir a capacidade de trabalhar com ruídos e informações importantes misturadas nas imagens, após um treinamento suficiente desta RNA. Além disso, neste mesmo estudo, o autor abordou as diferenças entre as operações com RNA e os métodos tradicionais de resolução para detecção de *embolia pulmonar* através de imagens de exame de ventilação-perfusão pulmonar com radioisótopos: com *informações subjetivas dadas pelo radiologista*; com *informações objetivas*; e através da *predição de parâmetros fisiológicos obtidos em angiografia*.

O modelo de regressão binomial negativa (RBN) vem sendo muito empregado para analisar a frequência de acidentes de trânsito. Porém, quando as relações predefinidas entre as variáveis dependentes e independentes fogem do padrão, podem ocorrer erros de estimativa nos cálculos de probabilidade de acidentes. Neste caso, uma saída pode ser a utilização das RNA, visto que elas não trabalham com regras definidas *a priori* que relacionem as variáveis, possuindo a capacidade de ser treinadas com estas informações, viabilizando suas predições para situações novas. Estudando o assunto, CHANG (2005) comparou os resultados de uma RBN com os de uma MLP, para os mesmos dados de uma autoestrada. Para isso, foram utilizadas *variáveis geométricas, características do tráfego e fatores ambientais*. Apesar dos resultados de ambos os modelos terem se aproximado bastante (AC de 58,3% e 64,0% para os dados de

treinamento e 60,8% e 61,4% para os dados de teste, respectivamente na RBN e na MLP), o autor aponta para a potencialidade que pode ser explorada nas RNA, ao interagir-se em seus parâmetros de construção e treinamento.

Com o propósito de estudar a prevalência de *ataque isquêmico transitório* (AIT) ou *derrame cerebral* em populações, BARNES *et al.* (2006) utilizaram uma MLP treinada com dados de um questionário. Apesar do AIT ser um fenômeno subjetivo, tanto para o paciente quanto para o profissional de saúde, podendo com isso resultar em interpretações inconsistentes, os autores acreditam que o conceito da RNA construída para este estudo facilitou a identificação de AIT e de *derrame*.

Com o objetivo de classificar situações de gravidez em *termo/pré-termo* e *trabalho de parto/não trabalho de parto*, MANER & GARFIELD (2007) utilizaram uma SOM, alimentando-a com dados eletromiográficos das contrações do útero. Os resultados da RNA indicaram AC de 79% para *termo em trabalho*, 92% para *pré-termo em trabalho*, 86% para *termo não em trabalho* e 71% para *pré-termo não em trabalho*. Considerando-se que o método clínico correntemente utilizado possui AC de 65% para distinguir entre *pré-termo em trabalho* e *não em trabalho* (GARFIELD *et al.*, 1998, IAMS, 2003), os resultados da RNA mostraram-se satisfatórios.

Levando em conta que apenas 50% das mulheres que se queixam de sintomas estão verdadeiramente com *infecção no trato urinário*, situação em que o exame clínico de urina não possui AC suficiente para discriminar as portadoras dessa infecção, HECKERLINGA *et al.* (2007) utilizaram uma MLP associada com *Algoritmo Genético* (AG) (FORREST, 1993), que auxiliou na escolha das melhores combinações de variáveis clínicas que aperfeiçoassem a predição de *infecção urinária*. A partir de dados de 212 mulheres com idades entre 19 e 84 anos, a MLP trabalhou com cinco conjuntos de variáveis escolhidos pelo AG, indicando que a combinação de RNA com AG pode

revelar combinações de variáveis que aumentem a AC na predição de *infecções do trato urinário*.

RUIZ *et al.* (2008) desenvolveram uma equação matemática baseada em uma MLP para estimar o $VO_{2\text{máx}}$ em adolescentes de 13 a 19 anos. Para isso fizeram uso do teste *Shuttle Run de 20 m* (20mSRT) de *Luc Léger* (ARMSTRONG *et al.*, 1988, COOPER *et al.*, 2005, FLOURIS *et al.*, 2005, LAMB & ROGERS, 2007, LÉGER & LAMBERT, 1982, LÉGER *et al.*, 1988, MAHAR, 2006) e de um analisador portátil de gases para medir o VO_2 e a frequência cardíaca durante o teste. Após a validação, a MLP indicou um erro de 7,38%, enquanto a Equação de *Léger* acusou um erro de 17,13%, mostrando uma maior AC da equação baseada em MLP em relação à equação original de *Léger*.

Atualmente, as ferramentas para detecção de *câncer de ovário* não possuem sensibilidade suficiente para produzir previsões prematuras, fato que diminuiria as altas taxas de mortalidade provocadas por esta doença. Novas técnicas, como *ácido desoxirribonucleico micro-array* e *proteômica*, possuem difíceis análises por conta da alta dimensionalidade. Métodos convencionais, como análise sanguínea, possuem baixas SE e ES. Vindo de encontro a esta situação, TAN *et al.* (2008) utilizaram uma RNA *Fuzzy* de Aprendizado Complementar com o intuito de auxiliar os métodos diagnósticos existentes. Para isso, associaram uma RNA de Controle Fuzzy de Aprendizado Adaptativo com uma ART, cujos resultados apresentaram superior capacidade no diagnóstico graças à sua rapidez de treinamento, geração simples das regras *fuzzy* e alta AC.

Os sinais de vibroartrografia ⁸ (VAG) contêm informações diagnósticas relacionadas à aspereza, flexibilidade, colapso, estado de lubrificação e deterioração das cartilagens articulares, fornecendo recursos para a análise de padrões, classificação e diagnóstico não invasivo de diversos tipos de doenças do joelho, evitando diagnósticos que necessitem procedimentos cirúrgicos, além de possibilitar a avaliação dos efeitos de tratamentos e da integridade funcional de próteses implantadas. Utilizando uma RBF, RANGAYYAN & WU (2009) estudaram a variabilidade dos sinais de VAG em 51 sujeitos com joelhos clinicamente diagnosticados como normais e 38 sujeitos sintomaticamente diagnosticados com alguma patologia no joelho, sendo posteriormente confirmadas por artroscopia. A AC obtida foi de 91,74%, valor maior do que pesquisas anteriores que utilizaram métodos sofisticados, como: *modelagem por autorregressão*, com 68,9% (KRISHNAN *et al.*, 1997) e 70% (RANGAYYAN *et al.*, 1997); *coeficiente cepstral*, com 75,6% (RANGAYYAN *et al.*, 1997); *distribuição tempo-frequência*, com 68,9% (KRISHNAN *et al.*, 2000); e transformada *Wavelet*, com 79,8% (UMAPATHY & KRISHNAN, 2006). Em estudo anterior (RANGAYYAN & WU, 2008), os autores obtiveram AC de 81,72% ao utilizarem *fator de forma*, *obliquidade*, *curtose* e *entropia* com os mesmos dados.

Em tratamentos de câncer com radioterapia de intensidade modulada (RIM) o prognóstico costuma ser bastante incerto, por conta do grande número de variáveis que devem ser levadas em consideração no planejamento do tratamento, cuja decisão deve conter um compromisso entre o controle máximo do tumor e o mínimo de complicações no tratamento. Para auxiliar este planejamento, SMITH *et al.* (2009) utilizaram uma RNA Bayesiana (RNAB), com o objetivo de modelar um plano de tratamento com RIM

⁸ Captação dos sons intra-articulares.

para câncer de próstata. Esta RNAB foi dividida em três RNAB separadas, para analisar: o controle do tumor, onde seria calculada a probabilidade do paciente desenvolver metástases após o tratamento com RIM; as complicações retais; e as complicações urinárias. A partir dos resultados, os autores utilizaram um Modelo de Markov com a finalidade de escolher a opção que proporcionasse a melhor expectativa de vida para o paciente, podendo este opinar na decisão final. Este método foi o primeiro a utilizar RIM e que considera, simultaneamente, cálculos probabilísticos, o grau de confiança da equipe médica e as preferências do paciente em relação à *qualidade de vida x quantidade de vida*.

A retinopatia diabética (RD), uma das mais importantes causas de deficiência visual, acomete quase 78% dos pacientes que portam diabetes *mellitus* por mais de 15 anos (KLEIN *et al.*, 1984). Tratamentos baseados em evidências, como fotocoagulação por laser (JAVITT *et al.*, 1990), podem reduzir os riscos de cegueira e perda moderada de visão em mais de 90%, porém sem a possibilidade de recuperação da parte da visão anteriormente perdida. GARCÍA *et al.* (2009a) e GARCÍA *et al.* (2009b) realizaram dois estudos cujos objetivos foram detectar e reconhecer automaticamente lesões em imagens da retina – exsudatos duros –, contribuindo para o diagnóstico e rastreamento da RD. Em um dos estudos (GARCÍA *et al.*, 2009a), um grupo com 50 imagens serviu para treinar três RNA: uma MLP; uma RBF; e uma *Support Vector Machine* (SVM). O outro grupo, com 67 imagens, foi utilizado para teste das RNA. Os resultados finais indicaram:

- para a MLP - SE, 100,00%; ES, 92,59%; AC, 97,01%;
- para a RBF - SE, 100,00%; ES, 81,48%; AC, 92,54%;
- para a SVM - SE, 100,00%; ES, 77,78%; AC, 91,04%.

Esses valores tornam os três modelos de RNA satisfatórios para detecção automática de exsudatos duros, visto que JAVITT *et al.* (1990) considera valores de SE acima de 60% como sendo uma ótima relação custo-eficácia.

No outro estudo, fazendo uso das mesmas imagens do estudo anterior, GARCÍA *et al.* (2009b) selecionaram as melhores imagens por meio de RL, utilizando-as como entradas para uma RBF. Além disso, as regiões ruidosas das imagens passaram por um pós-processamento, visando eliminar regiões falso-positivas, com a utilização do Operador Kirsch de processamento de imagens (JAIN, 1989, PRATT, 2007). Os resultados do estudo indicaram: SE, 100%; ES, 70,4%; AC, 88,1%. Estes valores também podem ser considerados aceitáveis, visto estarem acima do limite de 60% de SE definido por JAVITT *et al.* (1990).

Estudando pacientes portadores de epilepsia, AYDIN *et al.* (2009) utilizaram uma MLP para analisar registros de eletroencefalograma (EEG) de pacientes com e sem histórico de ataques epiléticos, visando detectar potencial atividade de crises. As medidas de entropia ⁹ no domínio do tempo mais utilizadas em classificação de EEG são *Shannon Entropy (ShanEn)* e *Sample Entropy (Sampen)*. Este estudo, além destas duas medidas, fez uso da *Log Energy Entropy (LogEn)*, que resultou, ao final da pesquisa, no menor valor de erro absoluto. Em relação à MLP, a arquitetura com mais alto valor de AC foi a que continha apenas uma camada oculta.

Nos últimos anos, o vírus HIV-1 (*Human Immunodeficiency Virus Type 1*), causador da AIDS (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida), tem sido alvo de inúmeras pesquisas por tratar-se da variação mais disseminada pelo planeta, pois o vírus

⁹ Complexidade de sistemas dinâmicos (LI *et al.*, 2007).

HIV-2 é endêmico apenas à África ocidental (GOTTLIEB, 2008). Os estudos, porém, se deparam com o problema do alto número de variáveis, dificultando a escolha das que possuem maior prioridade nas análises. Visando resolver este desafio, KIM *et al.* (2010) desenvolveram o método de aprendizado FS-MLP (*Feature Subset-MLP*), que seleciona as características mais importantes dentro de um grupo de variáveis de uma MLP já treinada. Com um conjunto de dados referentes à segmentação da protease do HIV-1, o FS-MLP foi comparado com outros cinco métodos de seleção de características (InfoGain, Consistency, Relief, FS-SVM e FS-P), concluindo-se ser o que possui o maior desempenho ao utilizarem-se as medidas *F-measure* e AC.

A *leucemia*, tipo de câncer em que a medula óssea produz glóbulos brancos imaturos que não se desenvolvem e não têm capacidade de combater infecções, possui características que tornam o diagnóstico uma tarefa difícil a partir de amostras de sangue, levando frequentemente a erros de classificação. Para alterar esta situação, ADJOUADI *et al.* (2009) propuseram o uso de RNA para otimizar a classificação de dados multidimensionais, focando em amostras de *leucemia linfocítica aguda* (LLA) e *leucemia mielóide aguda* (LMA). A RNA produziu resultados de alta SE com um conjunto de amostras razoavelmente pequeno. Na classificação da LLA, o valor de SE foi 96,67%, com 130 amostras; no caso da LMA, o valor de SE foi 90,00%, com 110 amostras. A AC foi, respectivamente para LLA e LMA, 98,46% e 97,27%.

Apesar da *estimulação cerebral profunda* (ECP) ser um tratamento aprovado para pacientes portadores de *mal de Parkinson* (MP) em estágio avançado, ainda não existiam avaliações de seus efeitos sobre a marcha. Visando preencher esta lacuna, MUNIZ *et al.* (2010) fizeram um estudo comparativo com três classificadores – RL, SVM e RNA *Probabilística* (RNAP) (SPECHT, 1990a, SPECHT, 1990b) –, tentando discriminar sujeitos normais de portadores de MP, avaliando os efeitos da ECP sobre a

força de reação do solo (FRS) durante a marcha, em portadores de MP fazendo uso ou não de medicamentos. Os sujeitos portadores de MP foram avaliados em quatro situações:

- Primeira sessão
 - dose normal de medicamentos - com estimulação; e
 - após 30 min do término da estimulação.
- Segunda sessão (dia necessariamente diferente da primeira sessão)
 - mínimo de 12h sem medicamentos - com estimulação; e
 - após 30 min do término da estimulação.

A análise por RL utilizou três CP calculadas pela ACP sobre a FRS. O cálculo da SVM utilizou o método de inferência *bootstrap* para classificar padrões da FRS e escolher as variáveis de entrada. Estas mesmas variáveis, além da primeira CP anteroposterior, serviram de entrada para a RNAP. Comparando-se a área abaixo da curva ROC e a razão de verossimilhança negativa, a RNAP teve um resultado melhor do que a RL e a SVM. Em relação aos efeitos do tratamento, a ECP sozinha foi mais efetiva do que a medicação sozinha. Porém, o melhor resultado apareceu com a ECP aplicada junto com a medicação.

III - MATERIAIS E MÉTODOS

III.1 - DADOS

Comitê de Ética em Pesquisa

O presente projeto foi aprovado, sob o Protocolo nº 072/2009, pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem Anna Nery/Hospital Escola São Francisco de Assis do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A Academia

A academia esportiva *By Fit*[®] (BYFIT) possui quatro filiais distribuídas pela região metropolitana do Rio de Janeiro - RJ, localizando-se duas na Tijuca, uma na Barra da Tijuca e uma na cidade de Niterói. A filial de Niterói situa-se na Região Oceânica, bairro de classe média da cidade, localizada na principal avenida da região, corredor de passagem obrigatória para os bairros de Piratininga, Itacoatiara, Itaipu e Engenho do Mato, todos de classe média.

Essa filial funciona todos os dias da semana, inclusive domingos e feriados, sendo esse um atrativo para clientes que não possuem tempo disponível para frequentá-la assiduamente nos dias úteis. Outro atrativo desta filial é a existência de um estacionamento no próprio prédio, o que é uma facilidade em uma região com poucas vagas disponíveis para veículos nas ruas próximas.

Nesta filial, as atividades oferecidas aos alunos são: *Atividades Aquáticas* (natação infantil); *Ginástica* (alongamento; ciclismo indoor; bola suíça; alongamento com aparelhos; ginástica direcionada a glúteos, abdome e pernas; resistência muscular localizada; corrida em esteira ergométrica); *Musculação*; *Pilates*; e *Surf*.

O Banco de Dados

As informações utilizadas neste estudo foram extraídas do banco de dados da BYFIT que faz parte de um sistema informatizado de gestão de academias (SIGA) desenvolvido pela empresa brasileira *Micro University*[®] (Rio de Janeiro - RJ). Por ser um sistema genérico, instalado em várias academias, o banco de dados é bastante abrangente, possuindo a vantagem para o desenvolvedor de ser facilmente adaptável a quase todos os tipos de perfis de academias, exigindo um mínimo de esforço na rápida implantação do sistema. Para a academia, a grande desvantagem é a falta (ou a dificuldade na implantação) de personalização das suas necessidades específicas, além da superfluidade de variáveis sem quaisquer utilidades para o dia a dia da academia, o que dificulta a análise do banco de dados por outros profissionais externos à *Micro University*[®].

Devido a motivos de segurança estratégica das informações, a pesquisa teve acesso apenas aos dados da *BYFIT* da filial Niterói. O banco de dados disponibilizado para este estudo era composto por informações pertencentes ao período compreendido entre agosto de 2003 e abril de 2008, distribuídas originalmente em **155 tabelas**.

Do total, **84 tabelas** não estavam sendo utilizadas pelo SIGA, tais como: *inscrições dinâmicas para as sessões de ciclismo indoor; esportes praticados pelo cliente; controle de visitantes; controle de passagem pelas catracas de entrada; controle de remessa de carteira; centros de custo; horário dos professores*; entre outras.

Também foram identificadas **40 tabelas** compostas por codificações adotadas pelo SIGA, para utilização de consultas a outras tabelas, como: *tipos de formas de pagamento; dias da semana; tipos de plano; gêneros musicais; hobbies; objetivos do cliente; profissões; convênios; planos de saúde*; entre outras.

A Tabela Clientes

Das **31 tabelas** restantes, apenas a tabela **Clientes**, com **3271 registros**, mostrou-se válida para os objetivos da pesquisa, visto que as demais continham informações administrativas que não possuíam características pessoais dos clientes, como: *número do armário alugado; data dos backups do banco de dados; recados aos alunos; data de entrega do exame médico; controle de vagas por horário de aula*; entre outras.

Apesar de a tabela Clientes possuir **189 variáveis**, nem todas foram utilizadas na pesquisa, por diferentes razões.

Variáveis da Tabela Clientes Não Utilizadas pela BYFIT

126 variáveis fazem parte da generalização do SIGA, não sendo utilizadas especificamente na BYFIT: *Número Sequencial; Data de Aniversário; É Pai; É Mãe; Quantidade de Filhos; Número de Dependentes; Natural; Título; Sobrenome; Plano Familiar; Parentesco; Filial da Academia; Prédio; Está na Academia; Chegou à Academia; Jornada; Foto; Anamnese; Convênio; Tipo; Esporte 1; Esporte 2; Esporte 3; Esporte 4; Contato; Telefone do Contato; Telefone do Contato 1; Telefone do Contato 2; Pagante; Faixa; Armário; Data de Aluguel do Armário; Local do Armário; Barras; Proximidade; Gênero Musical Preferido; Grupo ou Cantor Preferido; Hobbies; Esporte Preferido; Esporte Praticado; Atividade Física; Objetivo; Avaliação; Crédito; Semana; Motivo: Perda Peso; Motivo: Condicionamento Físico; Motivo: Definição Muscular; Motivo: Anti Estresse; Motivo: Performance; Empresa; Endereço Comercial; Número Comercial; Apto Comercial; Bairro Comercial; Cidade Comercial; CEP Comercial; Estado Comercial; Telefone Comercial 1; Telefone Comercial 2; Exame Médico; Data de Entrega do Exame; Plano de Saúde; Telefone do Plano; Nome do Médico; Telefone do Médico; Não Cobrar; Pagamento de Matrícula; Exceção do Pagamento 1; Exceção*

do Pagamento 2; Exceção do Pagamento 3; Exceção do Pagamento 4; Boleto; Tipo de Convênio; Tipo de Pagamento; Banco; Agência; Conta Corrente; Data de Retorno do Boleto; Não Desbloquear o Cheque; Desconto; Desconto 1; Desconto 2; Desconto 3; Desconto 4; Multiplicador 1; Multiplicador 2; Multiplicador 3; Multiplicador 4; Professor Responsável; Professor 1; Professor 2; Professor 3; Professor 4; Data de Vencimento da Carteira; Número de Tolerâncias na Portaria; Entrada; Categorias; Número do Titular; Data de Admissão; Código da Catraca 1; Código da Catraca 2; Código da Catraca 3; Código da Catraca 4; Validade 1; Validade 2; Validade 3; Validade 4; Placa do Veículo 1; Placa do Veículo 2; Placa do Veículo 3; Horário de Entrada no Estacionamento; Horário de Saída do Estacionamento; Modelo; Estado da Ligação; Número de Vezes Permitidas para Trancamento; Dias de Trancamento; Data Final do Trancamento; Informação Restrita; Não Validar o Consumo; Retornar a Ligação; Não Receber Mala Direta; Não Receber E-mail; Mídia; Exclusividade; Não Qualificado.

Variáveis da Tabela Clientes Utilizadas pela BYFIT

63 variáveis são utilizadas pelo SIGA, sendo que **52 variáveis** foram descartadas para uso na pesquisa, restando **11 variáveis** escolhidas.

Variáveis Descartadas

14 variáveis foram descartadas por representarem informações identificadoras do sujeito, indo de encontro à conduta ética da pesquisa: *Nome; Telefone 1; Telefone 2; CPF; Número da Cédula de Identidade; Número do Endereço; Complemento do Endereço; E-mail; Nome na Carteira; Número do Cartão Magnético; Quem Indicou; Número Sequencial de Controle; Matrícula; Número da Matrícula.*

13 variáveis foram descartadas da pesquisa por não representarem informações úteis para o problema: *Observações 1; Observações 2; Órgão Emissor da Cédula de Identidade; Data de Vencimento da Mensalidade; Data do Pagamento Anterior; Total Financeiro; Número do Título; Data de Renovação do Plano Contratado; Mensagem; Número da Via da Carteira; Recepcionista que Atualizou o Cadastro; Data de Atualização do Cadastro; Hora de Atualização do Cadastro.*

25 variáveis, inicialmente consideradas utilizáveis na RNA, foram descartadas por diferentes motivos:

- *Categoria do Aluno* - rejeitada por não conter uma distribuição satisfatória de valores para um bom treinamento da RNA (“cliente”, em 96,9% dos registros; “aluno”, “apoio”, “bolsista” e “cancelado” juntos, em 3,1%);
- *Cargo* - rejeitada por ter a mesma definição de conteúdo da variável *Profissão*, além de conter apenas 6,1% de registros preenchidos;
- *Nacionalidade* - rejeitada por não conter uma distribuição satisfatória de valores para o treinamento da RNA (“brasileira”, em 99,8% dos registros; “portuguesa”, “chilena”, “escocesa” e “irlandesa” juntos, em 0,2%);
- *Situação* - rejeitada porque apenas 1,3% dos registros encontravam-se preenchidos;
- *Data Final de Trancamento* - rejeitada porque apenas 6,8% dos registros encontravam-se preenchidos;
- *Data de Início de Inatividade* - rejeitada porque apenas 6,7% dos registros encontravam-se preenchidos;

- *Data do Último Pagamento* - apesar de conter 99,7% dos registros preenchidos, esta variável não foi utilizada pela RNA, já que a data do último pagamento não possui uma relação direta com a data de abandono da academia, visto que este pagamento pode ter sido referente a um plano de vários meses;
- *Total de Meses* - representando o tipo de plano contratado (de um a oito meses), o fato de conter apenas 60,6% de registros preenchidos não inspirou confiança na maneira como foi preenchido pelos vendedores;
- *Status* - rejeitada porque apenas 37,4% dos registros encontravam-se preenchidos, demonstrando não ser uma variável utilizada sistematicamente;
- *É Sócio* - rejeitada em função do preenchimento não ter inspirado confiança;
- *Está Ativo* - rejeitada em função do preenchimento não ter inspirado confiança;
- *Início da Hora de Entrada Autorizada e Limite para a Hora de Saída* - rejeitadas por não conterem uma distribuição satisfatória de valores para o treinamento da RNA (6h e 23h, respectivamente, em 95,7% dos registros; 11h e 16h, respectivamente, em 3,7%; e outros valores, em 0,6%);
- *Autorização para Entrada na 2ª Feira, Autorização para Entrada na 3ª Feira, Autorização para Entrada na 4ª Feira, Autorização para Entrada na 5ª Feira, Autorização para Entrada na 6ª Feira, Autorização para Entrada no Sábado e Autorização para Entrada no Domingo* - rejeitadas por não conterem uma distribuição satisfatória de valores para o treinamento da RNA (“*autorizado*” em todas as sete variáveis, em 96,7% dos registros; “*domingo não autorizado*”, em 1,9%; e outros valores, em 1,4%);

- *Está Bloqueado* - Esta variável foi rejeitada por não possuir um caráter informativo que auxiliasse o treinamento da RNA, visto que os registros marcados nesta variável estavam temporariamente na situação “*bloqueado*” durante a extração dos dados para a pesquisa (10/04/2008), não representando uma característica importante para a pesquisa;
- *Conjunto de Catracas Autorizadas* - variável de controle meramente administrativo, sem qualquer valor para a pesquisa; e
- *Tipo de Preço, Tipo de Contrato e Vendedor* - apesar de conterem respectivamente 98,4%, 99,9% e 97,9% dos registros preenchidos com valores bem distribuídos, a maneira como as variáveis foram preenchidas pelos vendedores não inspirou confiança e segurança para utilização na RNA.

Variáveis Aprovadas

As variáveis aprovadas foram: *Logradouro, Bairro, Cidade, CEP, Estado, Gênero, Data de Nascimento, Data da Matrícula, Data de Última Entrada na Academia, Profissão e Estado Civil.*

A variável *Gênero* foi a única utilizada diretamente na RNA. As demais serviram para originar outras variáveis mais amigáveis à RNA, não sendo utilizadas em sua forma original.

Em relação ao número total de registros disponíveis, uma avaliação detalhada levou ao descarte de uma parte dos registros por diferentes motivos, reduzindo a massa de dados, inicialmente com 3271 registros, para **1665 registros**:

- **Logradouro, Bairro, Cidade, CEP e Estado** - logradouros não identificados pelo software Google Maps e registros não preenchidos;
- **Gênero** - registros não preenchidos;
- **Data de Nascimento** - datas mal digitadas no momento da matrícula, levando a idades absurdas (128 anos, -10 anos, -188 anos, etc.), além de registros não preenchidos;
- **Data de Última Entrada na Academia** - registros não preenchidos;
- **Profissão e Estado Civil** - Apesar da variável **Profissão** conter apenas **788 registros** preenchidos (47,3% do total final de 1665 registros) e a variável **Estado Civil** conter apenas **909 registros** (54,6%), foi decidido que a quantidade de registros dessas duas variáveis não seria um critério de eliminação, pois havia a possibilidade de uma dessas variáveis não ter grande importância para a RNA, podendo ser descartada nos cálculos. Dessa maneira, quando a RNA trabalhou sem as duas variáveis, ficaram disponibilizados todos os 1665 registros. Ao trabalhar com uma dessas duas variáveis, o total de registros disponíveis foi igual ao total de registros preenchidos dessa variável (**Profissão** ou **Estado Civil**). Nos casos em que as duas variáveis participaram juntas na RNA, ficaram disponíveis somente **477 registros** (28,6%).

Variáveis Originadas a Partir das Variáveis Aprovadas

A fim de propiciar um maior número de subconjuntos de variáveis para os testes da RNA, aumentando assim a chance de escolha de um grupo ótimo de variáveis que maximizasse seu grau de predição, algumas variáveis foram criadas a partir das variáveis originalmente aprovadas no Banco de Dados.

Distância da Residência à Academia (Distância)

Utilizando as variáveis *Logradouro, Bairro, Cidade, CEP, Estado*, foi calculada a distância do ponto médio do logradouro da residência do aluno até a BYFIT, através do *software Google Maps* (GOOGLE, 2010) disponível na internet. Neste cálculo, o *software* não trabalha com a numeração da residência, mas com o ponto médio do logradouro. Assim, foi possível fazer este cálculo, visto que a numeração do endereço não foi utilizada na pesquisa por questões éticas, mantendo a privacidade dos sujeitos. A partir desta variável também foram calculadas:

- **Distância sem valores dispersos** - a mesma variável *Distância*, porém sem os registros com *valores dispersos*;
- **Distância agrupada** - possibilitando o tratamento da distância como variável categórica, os valores de *Distância* foram agrupados em quartis: $\leq 1,5$ km; 1,6 a 3,2 km; 3,3 a 5,7 km; $\geq 5,8$ km;
- **ln (Distância)** - logaritmo natural dos valores da variável *Distância*, com o intuito de normalizá-los;
- **ln (Distância sem valores dispersos)** - variável *ln (Distância)*, sem os registros com *valores dispersos*; e
- **Distância Menor que 4,2 km** - esta variável dicotômica foi criada a partir da média da variável *Distância*, na tentativa de encontrar alguma relação deste valor com a aderência.

Nível Profissional

Partindo da variável *Profissão* foi criada esta variável indicativa do nível escolar necessário para seu exercício, com três valores: *fundamental*, *médio* e *superior*. Foi fundido o nível *fundamental* no nível *médio* devido à subjetividade, em alguns casos, na definição do nível escolar de determinadas profissões, funções ou cargos. A baixa frequência do valor *fundamental* (1,5%) também influenciou esta decisão.

Estado Civil

Após a padronização dos dados desta variável, os valores encontrados foram: *casado*, *desquitado*, *divorciado*, *separado* e *solteiro*. Com o objetivo de facilitar o aprendizado da RNA, visto que para o objetivo deste estudo o fator importante a ser considerado é o convívio ou não do aluno com um cônjuge (DISHMAN, 1982), decidimos dicotimizá-la nos valores *casado* e *não casado* (esta última foi a junção dos valores *desquitado*, *divorciado*, *separado* e *solteiro*).

Idade na Matrícula

Calculada a partir das variáveis *Data de Nascimento* e *Data da Matrícula*, permitindo fazer-se comparações entre épocas diferentes. Com o propósito de definir um intervalo etário em que não fossem incluídos alunos que necessitassem receber atenção especial por parte da academia e dos instrutores – o que poderia introduzir um viés sobre a aderência –, foram eliminados os registros com valores de idade abaixo de 14,0 anos e acima de 64,7 anos. Além disso, a partir desta variável também foi calculada:

- **In (Idade na Matrícula)** - logaritmo natural dos valores da variável *Idade na Matrícula*, com o intuito de normalizar estes valores.

Mês da Matrícula

Extraída da variável *Data da Matrícula*, esta variável foi criada com o intuito de analisar a influência, sobre o processo de aderência, da época do ano em que o aluno ingressa na academia.

Estação da Matrícula

Variável categórica representando a estação do ano em que a matrícula ocorreu, havendo quatro valores: *primavera*, *verão*, *outono* e *inverno*.

Matrícula em Período Quente

Extraída da variável *Data da Matrícula*, esta variável dicotômica representa a época do ano em que a matrícula ocorreu, sendo definidos como *quente* os meses de janeiro a março e de outubro a dezembro. Os meses restantes possuem o valor *não quente*.

Idade na Saída

Calculada a partir das variáveis *Data de Nascimento* e *Data de Última Entrada na Academia*. A partir desta variável também foram calculadas:

- **Idade na Saída (sem valores dispersos)** - A variável *Idade na Saída* sem os registros com *valores dispersos*; e
- **ln (Idade na Saída)** - logaritmo natural dos valores da variável *Idade na Saída*, com o objetivo de normalizar estes valores.

Mês da Saída

Extraída da variável *Data de Última Entrada na Academia*, criada com o intuito de analisar a influência, sobre o processo de aderência, da época do ano em que o aluno abandona a academia.

Estação da Saída

Extraída da variável *Data de Última Entrada na Academia*, variável representando a estação do ano em que o abandono ocorreu, havendo quatro possibilidades: *primavera*, *verão*, *outono* e *inverno*.

Saída em Período Quente

Extraída da variável *Data de Última Entrada na Academia*, esta variável dicotômica representa a época do ano em que o abandono ocorreu, sendo definidos como *quente* os meses de janeiro a março e de outubro a dezembro. Os meses restantes possuem o valor *não quente*.

Permanência em Dias

Número de dias entre a *Data da Matrícula* e a *Data de Última Entrada na Academia*. A partir desta variável também foram calculadas:

- **Permanência em Dias (sem valores dispersos)** - a variável *Permanência em Dias* sem os registros com *valores dispersos*; e
- **ln (Permanência em Dias)** - logaritmo natural dos valores da variável *Permanência em Dias*, com o objetivo de normalizar estes valores.

Permanência em Meses

Número de meses entre a *Data da Matrícula* e a *Data de Última Entrada na Academia*. A partir desta variável também foram calculadas:

- **Permanência em Meses (sem valores dispersos)** - a variável *Permanência em Meses* sem os registros com *valores dispersos*; e
- **ln (Permanência em Meses)** - logaritmo natural dos valores da variável *Permanência em Meses*, com o objetivo de normalizar estes valores.

Permanência Mínima de Seis Meses

Baseado em DISHMAN (1991), FALLON *et al.* (2005) e ROBISON & ROGERS (1994), quando afirmaram que 50% dos praticantes abandonam seu programa de atividade física nos primeiros *seis meses*, foi criada esta variável dicotômica indicativa do período de permanência do aluno na academia, obtida a partir da variável *Permanência em Meses*. Esta foi a variável dependente utilizada nos cálculos da RNA. A partir desta variável também foram definidas:

- **Permanência Mínima de Três Meses e Permanência Mínima de Nove Meses** - apesar de DISHMAN (1991), FALLON *et al.* (2005) e ROBISON & ROGERS (1994) apontarem o período de *seis meses* como um marco na aderência à atividade física, abrimos o leque de possibilidades para a RNA com a criação dessas variáveis dicotômicas indicativas de períodos diferentes.

III.2 - MÉTODOS

Análise Exploratória das Variáveis Utilizadas

No intuito de obter informações que pudessem estar ocultas nas variáveis, tanto isoladamente quanto nas relações entre elas, foi realizada uma análise exploratória.

Distribuição das Variáveis

Inicialmente foram calculados o total da variável, o total de cada subgrupo desta variável, o mínimo, o máximo, a média e o desvio padrão das variáveis numéricas *Distância*, *Idade na Matrícula*, *Idade na Saída* e *Permanência em Meses*. Para as variáveis categóricas *Gênero*, *Nível Profissional*, *Estado Civil*, *Mês da Matrícula* e *Mês da Saída* foram calculados o total da variável e o total de cada subgrupo.

Para um melhor entendimento visual foram traçados histogramas, com a curva normal incluída, das variáveis numéricas *Distância*, *Distância (sem valores dispersos)*, \ln (*Distância*), \ln (*Distância sem valores dispersos*), *Idade na Matrícula*, \ln (*Idade na Matrícula*), *Idade na Saída*, *Idade na Saída (sem valores dispersos)*, \ln (*Idade na Saída*), *Permanência em Dias*, *Permanência em Dias (sem valores dispersos)*, \ln (*Permanência em Dias*), *Permanência em Meses*, *Permanência em Meses (sem valores dispersos)* e \ln (*Permanência em Meses*).

Pelo mesmo motivo de entendimento, foram traçados gráficos de torta das variáveis categóricas *Gênero*, *Nível Profissional*, *Estado Civil*, *Mês da Matrícula*, *Estação da Matrícula*, *Matrícula em Período Quente*, *Mês de Saída*, *Estação de Saída*, *Saída em Período Quente*, *Permanência Mínima de Três Meses*, *Permanência Mínima de Seis Meses*, *Permanência Mínima de Nove Meses* e *Distância Menor que 4,2 km*.

Cruzamentos das Variáveis - Coeficiente Chi-Quadrado de Pearson

O Coeficiente Chi-Quadrado de *Pearson* é um teste utilizado para calcular o valor de dispersão entre duas variáveis, avaliando a associação existente entre elas. Este método estatístico compara a divergência entre as frequências observadas e as esperadas para um certo evento. Este valor é obtido através de um teste de hipóteses cujo objetivo é encontrar um valor de dispersão entre duas variáveis, avaliando a associação existente entre elas. Para este teste, as hipóteses consideradas foram:

- hipótese nula - As frequências observadas não são diferentes das frequências esperadas, não existindo diferença entre as frequências dos grupos, não havendo, portanto, associação entre eles;
- hipótese alternativa - As frequências observadas são diferentes das frequências esperadas, existindo diferença entre as frequências dos grupos, havendo, portanto, associação entre eles.

Através da função Crosstabs do SPSS calculou-se o Coeficiente Chi-Quadrado de Pearson entre as variáveis independentes e dependentes que poderiam ser utilizadas como saídas da RNA. Por se tratar de uma análise inicial, com o objetivo principal de excluir variáveis que pudessem injetar ruídos na RNA, fugiu-se do padrão usual de considerar o nível de significância de 0,05 como limite de rejeição da hipótese nula, e aceitou-se valores até 0,4, abrindo com isso o leque de combinações que alimentariam a RNA.

Rede Neural Artificial

Para trabalhar com a RNA, foram estudados os softwares *NeuroSolutions*[®] 5.07 (*NeuroDimension*[®], USA) e *PASW Statistics*[®] 18 (*SPSS*[®], USA) (SPSS). Após os primeiros testes, o SPSS foi escolhido por sua objetividade e facilidade na manipulação e extração de informações, sendo utilizado até o final da pesquisa.

Considerando que, como dito, *seis meses* é uma fronteira indicativa de aderência à prática de atividade física (DISHMAN, 1991, FALLON *et al.*, 2005, ROBISON & ROGERS, 1994), o objetivo final da pesquisa foi desenhar uma RNA que classificasse os registros nos grupos “*permanência até seis meses*” e “*permanência maior que seis meses*”.

O SPSS disponibiliza dois modelos de RNA: MLP e RBF. Ambos são bastante utilizados em Engenharia Biomédica, produzindo modelos preditivos para uma ou mais variáveis dependentes com base em variáveis preditoras. Porém, pelo maior número de trabalhos na literatura que fazem uso da MLP, optamos por este modelo nesta pesquisa.

Dado que a construção eficiente de uma RNA é feita através de “*tentativa e erro*”, o modelo MLP do SPSS permite variadas combinações de parâmetros, sendo escolhidas as opções que geraram os melhores resultados:

- *Variables* - no parâmetro *Rescaling of Covariates* foram testadas as opções *Standardized*, *Normalized*, *Adjusted Normalized* e *None*, sendo escolhida a primeira;
- *Partitions* - foram utilizadas duas opções: a mais consagrada nos estudos “*Training 70%, Test 15%, Holdout 15%*” e a variação “*Training 50%, Test 25%, Holdout 25%*”, sendo escolhida a primeira;

- *Architecture* - variamos o limite superior do número de unidades na camada oculta, testando as opções 1, 2, 3, 4 e 5, sendo que o melhor resultado ocorreu com uma unidade;
- *Training* - o parâmetro *Optimization Algorithm* possui as opções *Scaled Conjugate Gradient* e *Gradient Descent*, sendo escolhida a segunda; e
- *Options* - o parâmetro *User-Missing Values* possui as opções *Exclude* e *Include*, sendo escolhida a primeira.

Além disso, também foram testados no treinamento da RNA os efeitos de todas as combinações possíveis das variáveis aceitas pelo teste Chi-Quadrado. Essas combinações foram feitas alterando-se o número de variáveis independentes, desde apenas uma até o número máximo de variáveis com Chi-Quadrado menor ou igual a 0,4 para determinada variável dependente.

Regressão Logística

A RL é um modelo estatístico não linear empregado quando a variável dependente é dicotômica, como no caso desta pesquisa, na qual as saídas possíveis são *Permanência até Seis Meses* e *Permanência **Maior que** Seis Meses*.

Para efeitos de comparação com os resultados conseguidos pela RNA, foram feitos cálculos de RL com as mesmas variáveis aprovadas através do cálculo do Coeficiente Chi-Quadrado e com as mesmas combinações possíveis utilizadas na RNA. Para tanto, utilizou-se a função *Regression Binary Logistic* do SPSS, promovendo variações nas opções de configuração e nos conjuntos de variáveis, com o objetivo de extrair o melhor valor calculado.

Assim como a RNA, a construção de uma RL é feita através de “*tentativa e erro*” sobre as combinações de parâmetros. O melhor resultado foi gerado através das seguintes opções:

- *Method - Enter* (foram testadas as opções *Enter, Forward: Conditional, Forward: LR, Forward: Wald, Backward: Conditional, Backward: LR, Backward: Wald*);
- *Probability for Stepwise - Entry: 0,05; Removal: 0,10* (para ambos os parâmetros foram testados valores acima e abaixo destes escolhidos);
- *Classification Cutoff - 0,05* (foram testados valores acima e abaixo deste escolhido);
- *Maximum Iterations - 10* (foram testados valores acima e abaixo deste escolhido).

IV - RESULTADOS

IV.1 - ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Frequências

A análise exploratória das variáveis, calculada através da função *Frequencies* do SPSS, teve seus resultados tabulados em dois grupos: variáveis numéricas (*Distância, Idade na Matrícula, Idade na Saída, Permanência em Meses*) e variáveis categóricas (*Gênero, Nível Profissional, Estado Civil, Mês da Matrícula, Mês da Saída*). Para as variáveis numéricas foram descritos a quantidade total, a quantidade por grupo, os valores mínimo e máximo, além da média e desvio padrão (**Tabela IV.1**). Para as variáveis categóricas foram apresentadas a quantidade total e a quantidade de cada grupo (**Tabela IV.2**).

Os histogramas com a curva normal, traçados para as variáveis numéricas, encontram-se no **Anexo I**.

Os gráficos de torta traçados para as variáveis categóricas estão no **Anexo II**.

Chi-Quadrado

Para todas as variáveis dependentes (resposta) foram calculados os valores de Chi-Quadrado referentes ao cruzamento destas variáveis com as variáveis independentes (**Tabela IV.3**). Os valores em negrito de cada coluna (menores que 0,4) representam as variáveis independentes incluídas nos testes da respectiva variável dependente.

Tabela IV.1 - Distribuição das variáveis numéricas *Distância, Idade na Matrícula, Idade na Saída e Permanência*

variáveis	total	tamanho do grupo	%	mínimo	máximo	média ± desvio padrão
Distância (m) (*)	1665			0,3	57,2	4,192 ± 4,397
< 4192		976	58,6			
≥ 4192		689	41,4			
Idade na Matrícula (anos) (*)	1665			14,0	64,7	32,228 ± 11,475
< 32,2		938	56,3			
≥ 32,2		727	43,7			
Idade na Saída (anos) (*)	1665			14,1	67,2	33,234 ± 11,517
< 33,2		942	56,6			
≥ 33,2		723	43,4			
Permanência (meses) (*)	1665			0	52	12,09 ± 12,52
≤ 12		1068	64,1			
> 12		597	35,9			
Permanência (meses) (**)	1665			0	52	12,09 ± 12,52
≤ 6		827	49,7			
> 6		838	50,3			

(*) limitado pelo valor da media da amostra.

(**) limitado por DISHMAN (1991), ROBISON & ROGERS (1994) e FALLON *et al.* (2005).

Tabela IV.2 - Distribuição das variáveis categóricas *Gênero*, *Nível Profissional*, *Estado Civil*, *Mês da Matrícula* e *Mês da Saída*

variáveis	total	tamanho do grupo	%
Gênero	1665		
feminino		936	56,2
masculino		729	43,8
Nível Profissional	788		
médio		317	40,2
superior		471	59,8
Estado Civil	909		
casado		405	44,6
não casado		504	55,4
Mês da Matrícula	1665		
janeiro		149	8,9
fevereiro		74	4,4
março		176	10,6
abril		93	5,6
maio		89	5,3
junho		59	3,5
julho		87	5,2
agosto		234	14,1
setembro		285	17,1
outubro		187	11,2
novembro		127	7,6
dezembro		105	6,3
Mês da Saída	1665		
janeiro		141	8,5
fevereiro		127	7,6
março		138	8,3
abril		109	6,5
maio		114	6,8
junho		95	5,7
julho		110	6,6
agosto		112	6,7
setembro		144	8,6
outubro		177	10,6
novembro		194	11,7
dezembro		204	12,3

Tabela IV.3 - Valores do Chi-Quadrado para o cruzamento entre as variáveis dependentes e independentes (valores menores que 0,4 em negrito)

variáveis independentes	variáveis dependentes																	
	Permanência Mínima			Idade na Saída				Saída			Permanência em Dias				Permanência em Meses			
	três meses	seis meses	nove meses	todos os valores	sem valores dispersos	agrupados	ln	mês	estação	período quente	todos os valores	sem valores dispersos	ln	todos os valores	sem valores dispersos	ln		
Gênero	0,006	0,059	0,252	0,436	0,434	0,411	0,436	0,527	0,983	0,394	0,209	0,173	0,209	0,001	0,001	0,001		
Distância	0,013	0,037	0,126	1,000	1,000	0,061	1,000	0,037	0,182	0,593	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
Distância (sem valores dispersos)	0,034	0,035	0,076	0,960	0,958	0,091	0,960	0,068	0,293	0,588	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000		
Distância (agrupados)	0,058	0,015	0,010	0,258	0,258	0,189	0,258	0,203	0,329	0,138	0,597	0,510	0,597	0,573	0,730	0,535		
ln (Distância sem valores dispersos)	0,014	0,037	0,122	1,000	1,000	0,060	1,000	0,031	0,177	0,586	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		
Distância menor que 4,2 km	0,556	0,227	0,061	0,515	0,509	0,012	0,515	0,220	0,147	0,041	0,567	0,593	0,564	0,500	0,470	0,461		
Nível Profissional	0,769	0,460	0,264	0,000	0,000	0,000	0,000	0,144	0,031	0,049	0,660	0,711	0,660	0,800	0,801	0,770		
Estado Civil	0,272	0,082	0,158	0,000	0,000	0,000	0,000	0,894	0,277	0,164	0,219	0,199	0,219	0,588	0,423	0,584		
Idade na Matrícula	0,684	0,357	0,243	0,000	0,000	0,000	0,000	0,405	0,034	0,332	0,053	0,693	0,041	0,016	0,766	0,025		
Mês da Matrícula	0,058	0,090	0,024	0,224	0,222	0,034	0,224	0,000	0,000	0,000	0,484	0,286	0,482	0,010	0,004	0,011		
Estação da Matrícula	0,167	0,263	0,032	0,213	0,216	0,053	0,213	0,000	0,000	0,000	0,141	0,134	0,142	0,003	0,020	0,002		
Matrícula em Período Quente	0,461	0,645	0,770	0,669	0,670	0,554	0,669	0,000	0,000	0,234	0,359	0,390	0,359	0,009	0,154	0,012		

IV.2 - REGRESSÃO LOGÍSTICA

Entre as execuções da função de RL, onde foram testadas diversas variações de parâmetros e variáveis, o melhor resultado obtido encontra-se descrito nas **Tabelas IV.4, IV.5, IV.6, IV.7 e IV.8**, onde a variável dependente utilizada foi *Permanência Mínima de Seis Meses* e as variáveis independentes foram *Idade na Matrícula*, *Mês da Matrícula*, *Estado Civil* e *ln (Distância)*.

Tabela IV.4 - RL - Sumário do modelo utilizado

Passo	-2 Log-probabilidade	R ² de Cox & Snell	R ² de Nagelkerke
1	2276,321	0,019	0,025

Tabela IV.5 - RL - Estatística de Hosmer-Lemeshow

Passo	Chi-Quadrado	df	Sig.
1	9,655	8	0,290

Tabela IV.6 - RL - Tabela de Contingência para Estatística de Hosmer-Lemeshow

	Permanência Mínima de Seis Meses = 0		Permanência Mínima de Seis Meses = 1		Total
	observado	esperado	observado	esperado	
	1	110	103,441	57	
2	101	94,577	66	72,423	167
3	88	90,397	79	76,603	167
4	83	86,979	84	80,021	167
5	73	84,238	94	82,762	167
6	77	81,708	90	85,292	167
7	82	78,936	85	88,064	167
8	74	75,550	93	91,450	167
9	68	70,833	99	96,167	167
10	71	60,340	91	101,660	162

Passo 1

Tabela IV.7 - RL - Testes Abrangentes dos Coeficientes do Modelo

	Chi-Quadrado	df	Sig.
Passo	31,786	15	0,007
Passo 1 Bloco	31,786	15	0,007
Modelo	31,786	15	0,007

Tabela IV.8 - RL - Resultado para a variável dependente *Permanência Mínima de Seis Meses* e as variáveis independentes *Idade na Matrícula*, *Mês da Matrícula*, *Estado Civil* e *In (Distância)*

Observados	Previstos			Percentual de Corretos
	Permanência Mínima de Seis Meses			
	0	1		
Permanência Mínima de Seis Meses	0	444	383	53,7%
	1	363	475	56,7%
Percentual Total				55,2%

IV.3 - RNA MULTILAYER PERCEPTRON

Assim como nos testes da RL, as execuções do SPSS nos cálculos da RNA exigiram bastante tempo de processamento, visto o grande número de combinações de parâmetros e variáveis.

Entre todas as possibilidades testadas, sempre comparando a área sob a curva ROC – que representa os graus de sensibilidade e de especificidade – e a acurácia do 2º Teste, a que melhor resultado apresentou (ROC = 0,621; AC = 59,0%) estava configurada com os seguintes parâmetros:

- *Variables* - no parâmetro *Rescaling of Covariates: Standardized*;
- *Partitions* - *Training 70%, Test 15%, Holdout 15%*;
- *Architecture* - uma unidade na camada oculta;
- *Training* - *Gradient Descent* no parâmetro *Optimization Algorithm*; e
- *Options* - *Exclude* no parâmetro *User-Missing Values*.

Além disso, neste melhor resultado, as variáveis numéricas *Distância* e *Idade na Matrícula* estavam transformadas em variáveis categóricas.

Os resultados desta melhor execução estão representados nas **Tabelas IV.9, IV.10, IV.11, IV.12, IV.13** e na **Figura IV.1**.

Tabela IV.9 - RNA - sumário das partições

		N	Percentual
Amostras	Treinamento	326	80,7%
	Teste	39	9,7%
	2º Teste	39	9,7%
Válidos		404	100,0%
Excluídos		1261	
Total		1665	

Tabela IV.10 - RNA - sumário do modelo

Treinamento	Erro de Entropia Cruzada	218,528
	Percentual de Predições Incorretas	39,9%
	Regra de Parada	1 passo sem diminuir o erro (*)
	Tempo de Treinamento	00:00:01,210
Teste	Erro de Entropia Cruzada	26,146
	Percentual de Predições Incorretas	38,5%
2º Teste	Percentual de Predições Incorretas	41,0%

(*) o controle de erros foi feito com a amostra de treinamento

Tabela IV.11 - RNA - classificação dos casos

		Predito		
	Observado	0	1	Percentual Correto
Treinamento	0	107	52	67,3%
	1	78	89	53,3%
	Total Percentual	56,7%	43,3%	60,1%
Teste	0	16	3	84,2%
	1	12	8	40,0%
	Total Percentual	71,8%	28,2%	61,5%
2° Teste	0	13	5	72,2%
	1	11	10	47,6%
	Total Percentual	61,5%	38,5%	59,0%

Tabela IV.12 - RNA - informações

		1	Idade na Matrícula
		2	Mês da Matrícula
	Fatores	3	Distância
Camada de Entrada		4	Gênero
		5	Nível Profissional
		6	Estado Civil
	Número de Unidades ^(*)		295
	Método de Redimensionamento de Variáveis		Padronizado
	Número de Camadas Ocultas		1
Camada Oculta	Número de Unidades na 1ª Camada Oculta ^(*)		1
	Função de Ativação		Tangente Hiperbólica
	Variáveis Dependentes	1	Permanência Mínima de Seis Meses
Camada de Saída	Número de Unidades		2
	Função de Ativação		Multilogística
	Função de Erro		Entropia Cruzada

^(*) excluindo a unidade *bias*

Tabela IV.13 - RNA - importância das variáveis independentes

	Importância
Idade na Matrícula	100,0%
Mês da Matrícula	89,8%
Distância	35,0%
Gênero	9,8%
Nível Profissional	1,5%
Estado Civil	0,4%

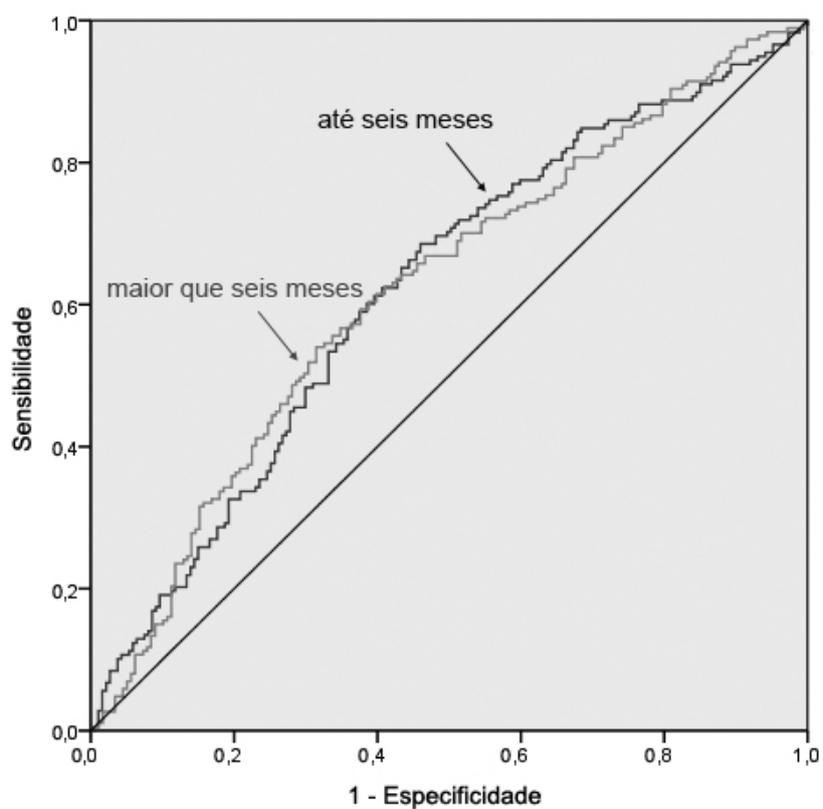


Figura IV.1 - RNA - Curva ROC

V - DISCUSSÃO

O crescimento exponencial, ano a ano, do número de estudos na área de Saúde (Gráfico I.1) colocou na ordem do dia, fora do mundo acadêmico, o *wellness* e a melhora da qualidade de vida. Inicialmente, foram publicadas pequenas notícias em jornais. Em seguida, nesses mesmos jornais, as colunas e seções passaram a ser escritas não por jornalistas, mas por especialistas no assunto. O passo seguinte foi dado pelo crescimento dessas colunas e seções, transformando-se em cadernos especializados. Passar deste ponto para a publicação de revistas populares especializadas e programas de televisão foi um crescimento natural.

Independente da real motivação – preocupação com os níveis de saúde da população ou simplesmente estratégia eleitoreira –, os diversos níveis de administração governamental do país desenvolveram programas de atividade física abertos a todos, alocando profissionais de Educação Física nas praças, praias e ruas das cidades (CGDANT/SVS/MS, 2009, FDE/SE/SP, 2010, MS/SPS, 2002, PAM/CURITIBA, 2009, SEEJ/MG, 2009, SS/RECIFE, 2007). Com isso, a prática sistemática da atividade física chegou mais perto da parte da população que não mantinha os esportes e o esforço físico no topo de suas listas de interesses.

Essa mudança de paradigma na prática da atividade física, na qual o sedentário passou a ter uma real chance para alterar esta sua condição, não resistiu à sua falta de motivação para manter-se no programa por um período mínimo, durante o qual houvesse tempo para os efeitos saudáveis desta prática aparecerem. Como consequência, a prática da atividade física desse novo grupo de praticantes passou a gerar baixos índices de aderência, havendo alarmantes taxas de abandono nos primeiros meses após o início dos programas (DISHMAN, 1982, 1991, DISHMAN &

BUCKWORTH, 1997, FALLON *et al.*, 2005, MARTIN & DUBBERT, 1982, ROBISON & ROGERS, 1994).

O resultado natural do aumento da falta de aderência a programas de atividade física foi o aumento da curiosidade de pesquisadores e cientistas e o consequente aumento no número de pesquisas sobre o assunto (BERRIGAN *et al.*, 2006, BRASSINGTON *et al.*, 2002, CASTRO *et al.*, 2001, CHIN A PAW *et al.*, 2006, COGHILL & COOPER, 2009, COOPER *et al.*, 2007, COURNEYA *et al.*, 2004, COX *et al.*, 2003, 2008, CYARTO *et al.*, 2006, DALEY *et al.*, 2007, DONESKY-CUENCO *et al.*, 2007, EDMUNDS *et al.*, 2007, EMERY *et al.*, 1992, HEESCH *et al.*, 2003, INGLEDEW & SULLIVAN, 2002, IRWIN *et al.*, 2004, JEFFERY *et al.*, 1998, JOUPER & HASSMÉN, 2009, KING *et al.*, 1997, MCAULEY *et al.*, 1994, MEROM *et al.*, 2007, MUNNEKE *et al.*, 2003, O'BRIEN & VERTINSKY, 1991, PATTEN *et al.*, 2003, PERRI *et al.*, 1997, 2002, SCHUTZER & GRAVES, 2004, SIRARD *et al.*, 2006, STETSON *et al.*, 1997, WARBURTON *et al.*, 2007, WILLIAMS & LORD, 1995).

Uma análise dos métodos utilizados nestas pesquisas apontou sistematicamente para três pontos:

- foco em apenas uma característica do entorno do problema, ofuscando sua necessidade holística (por exemplo, sujeitos obesos, sujeitos fumantes, mulheres idosas, mulheres tratadas de câncer de mama, homens tratados de câncer de próstata, entre outros);
- utilização de voluntários, criando inconscientemente um compromisso com o pesquisador, o que pode causar um viés de influência na retenção do sujeito à pesquisa e, conseqüentemente, de sua aderência ao programa de atividade física estudado; e

- aplicação de métodos lineares, sem o uso de modelos mais complexos que propiciem melhores condições de trabalho com a gama de fatores envolvidos no problema.

Com isto em mente, optamos por tentar enxergar este assunto por outro ângulo, adotando métodos inovadores neste tipo de problema, qual seja a Inteligência Computacional, mais precisamente as RNA.

Em um primeiro momento, motivados pela possibilidade de intervir positivamente nos programas públicos de atividade física através do futuro aumento da aderência dos alunos, planejamos utilizar dados de algum programa administrado por uma instância governamental, seja municipal, estadual ou federal. Porém, na prática, constatou-se a realidade informal desses programas na forma de uma falta completa de registros que possuíssem informações consistentes o bastante. Eliminado este caminho, a alternativa foi a tentativa de utilização dos dados de alguma academia de ginástica e musculação. Assim, após longos meses e diversas reuniões frustradas em várias academias, conseguimos o imediato e irrestrito apoio da direção da BYFIT, cedendo-nos seu cadastro de alunos para utilização pela pesquisa.

Estudos que se assemelharam à presente pesquisa em objetivos – não em ambientação, dado que todos eles utilizaram sujeitos voluntários – encontraram fatores influenciadores da aderência que diferiram da presente pesquisa (ANEXO III).

Dois modelos de RNA encontram-se disponíveis no SPSS: MLP e RBF. Apesar de ambos serem bastante utilizados em Engenharia Biomédica, produzindo modelos preditivos robustos e confiáveis, o uso da MLP possui um maior número de trabalhos publicados na literatura, direcionando sua escolha nesta pesquisa.

Dado que a construção eficiente de uma RNA é feita através de “*tentativa e erro*”, durante as pesquisas foram analisadas diversas combinações de variáveis que funcionaram como entrada para a RNA, onde o objetivo final foi classificar os registros em duas possibilidades dicotômicas relacionadas à aderência a um programa regular de atividade física – *permanência até seis meses* e *permanência acima de seis meses*. Este ponto de corte foi baseado em DISHMAN (1991), FALLON *et al.* (2005) e ROBISON & ROGERS (1994), que afirmaram ser de 50% nos primeiros seis meses a taxa de abandono em um programa de atividade física, período em que os benefícios para a saúde ainda não começaram a ser notados. Apesar disso, abrimos o leque de possibilidades para a RNA através da criação de mais duas variáveis dicotômicas de saída: *Permanência Mínima de Três Meses* e *Permanência Mínima de Nove Meses*.

Alguns registros não estavam com todos os campos preenchidos, como a variável *Profissão*, válida em apenas 788 registros (47,3% do total), e a variável *Estado Civil*, com informações em apenas 909 registros (54,6% do total). Não obstante, foi decidido que a baixa quantidade de registros com essas duas variáveis preenchidas não seria critério suficiente para sua eliminação, visto existir a possibilidade de uma dessas variáveis não ter grande importância para a RNA, podendo assim ser descartada nos cálculos finais.

A variável *Nível Profissional*, definida a partir da variável *Profissão*, composta dos valores “*fundamental*”, “*médio*” e “*superior*”, teve seus níveis “*fundamental*” e “*médio*” fundidos devido à subjetividade na definição do nível escolar de determinadas profissões, funções ou cargos. Além disso, a baixa frequência do valor “*fundamental*” (apenas 1,5%) também influenciou esta decisão.

Inicialmente, o cálculo da variável *Distância* necessitava de informações que poderiam facilitar a identificação do sujeito, indo de encontro aos padrões éticos desta pesquisa. Para solucionar este impasse foi utilizado o *software Google Maps* (GOOGLE, 2010), cujo cálculo não utiliza a numeração do endereço, mas apenas o ponto médio do logradouro, para medir a distância. Dessa maneira, a privacidade dos sujeitos foi mantida.

Estado Civil foi outra variável que teve seus valores originais trabalhados, visto que, para os objetivos deste estudo, o fator importante a ser considerado era o convívio ou não do aluno com um cônjuge (DISHMAN, 1982). Com isso, decidimos dicotomizá-la nos valores “*casado*” e “*não casado*”.

A variável *Idade na Matrícula* teve seu intervalo etário limitado entre 14,0 e 64,7 anos para que não fossem incluídos alunos que pudessem ser tratados de maneira especial por parte da academia e dos instrutores, o que poderia introduzir um viés sobre a aderência (COGHILL & COOPER, 2009, MARTIN *et al.*, 1984).

Inicialmente calculou-se o Coeficiente Chi-Quadrado de *Pearson* entre as variáveis dependentes e independentes, descartando-se os cruzamentos que obtiveram valores acima de 0,4 por indicarem uma baixa associação entre as variáveis. Os cruzamentos não descartados indicaram as variáveis independentes que poderiam participar de combinações com a respectiva variável dependente, durante os cálculos da RNA. A essas combinações de variáveis somaram-se variações de configurações dos parâmetros do SPSS. As mesmas combinações foram aplicadas nos cálculos da RL. Estas execuções, tanto nos cálculos da RNA quanto nos da RL, exigiram bastante tempo de processamento, visto ser grande a quantidade de combinações de parâmetros e variáveis.

A escolha da combinação de variáveis e configurações que gerou o melhor resultado da RL foi feita através do valor percentual total de corretos, que indica a sensibilidade e a especificidade do resultado. Neste melhor caso, a variável dependente foi *Permanência Mínima de Seis Meses* e as variáveis independentes foram *Idade na Matrícula*, *Mês da Matrícula*, *Estado Civil* e *ln (Distância)*. Para a RNA, a escolha da combinação de variáveis e configurações que gerou o melhor resultado foi definida através do cálculo da área sob a curva ROC, valor indicativo dos níveis de *sensibilidade* e *especificidade* de um cálculo preditivo, e do valor percentual total de corretos. De forma sumária, os resultados da RNA sugerem que a aderência a um programa regular de atividade física é influenciada pelas seguintes variáveis, em ordem decrescente de importância: *Idade na Matrícula*; *Mês da Matrícula*; *Distância de sua Residência até o Local de Execução do Programa*; *Gênero*; *Nível Profissional*; e *Estado Civil*.

Confirmando a complexidade com que uma RNA trabalha ao definir as ponderações de cada variável em sua *função de ativação*, percebe-se na Tabela IV.3 que a variável *Idade na Matrícula*, considerada pela RNA como a mais importante dentre as seis variáveis utilizadas, está apenas no quinto lugar entre elas no cálculo do coeficiente Chi-Quadrado – que define o grau de relação entre variáveis –, quando confrontada com a variável dicotômica *Permanência Mínima de Seis Meses*, utilizada pela RNA como variável dependente. O mesmo acontece com a segunda variável em grau de importância para a RNA, *Mês da Matrícula*, considerada pelo Chi-Quadrado como apenas a quarta variável mais relacionada. As outras quatro variáveis independentes também sofrem essa diferença de importância quando comparadas entre o Chi-Quadrado e a RNA.

Estes resultados da RL e da RNA devem ser considerados relevantes porque, a cada dia, mais estudos demonstram as vantagens da prática regular de atividade física

sob vários aspectos, tanto físicos quanto psicológicos (CRESS *et al.*, 2005, CYARTO *et al.*, 2006, FANELLI *et al.*, 2007, GILL *et al.*, 2002, GREENE *et al.*, 2009, GULATI *et al.*, 2003, GUSI *et al.*, 2009, HU *et al.*, 2001, KING *et al.*, 1991, MARTIN *et al.*, 1984, MOKDAD *et al.*, 2004, OLIVEIRA, 2007, SABA, 2001, WHO, 2003, WILLIAMS *et al.*, 2007, YLINEN *et al.*, 2003). A prevenção de hipocinesia em idosos, o auxílio na recuperação de patologias cardíacas, o controle da diabetes e a melhora da saúde e da autoestima após a diminuição da gordura corporal (DANTAS, 2003), são exemplos dessas vantagens.

Muitos são os estudos que tentam entender a situação da aderência de um aluno a um programa regular de atividade física, denotando a importância deste entendimento para uma melhor manutenção do programa. Percebe-se, contudo, que é bastante extensa a lista de fatores encontrados nos estudos anteriores, o que chama a atenção para o fato de ser razoavelmente complexa qualquer tentativa de controle da totalidade de fatores influenciadores. Por este motivo, esta pesquisa teve a intenção de acrescentar mais um degrau nesta escalada – que aparenta ser longa –, ao tentar antecipar o grau de aderência do praticante ao seu programa de atividade física, deixando ao administrador deste programa mais tempo de dedicação às tarefas criativas no sentido de tomar atitudes que aumentem esta aderência prevista, inclusive seguindo os resultados destas pesquisas.

VI - CONCLUSÃO

Inicialmente, uma constatação importante a respeito da população estudada chama a atenção. Ela refere-se ao fato da aderência ter sido baixa, permanecendo apenas 50,3% dos alunos após seis meses de participação ativa no programa de atividade física. Quanto aos modelos matemáticos, apesar dos resultados estarem muito próximos ao comparar-se os valores de predição gerados pela melhor combinação de variáveis e parâmetros da RNA (59,0%) com os valores de predição da melhor combinação da RL (55,2%), conclui-se que a RNA foi o melhor método entre os dois para predição de aderência a um programa de atividade física, sempre considerando-se as saídas dicotômicas *Permanência até Seis Meses* e *Permanência **Maior que Seis Meses***.

Além disso, pelo número de informações que não estavam disponíveis para a pesquisa, porém possíveis de ser obtidas em outro contexto de uso do SIGA, imaginamos ser factível uma melhora nestes resultados, visto que tanto a RNA quanto a RL poderão ser executadas com mais opções de variáveis, havendo a possibilidade de aumentar sua acurácia.

Em vista disso, sugerimos que novas pesquisas sejam feitas, levando-se em consideração as seguintes informações, todas possíveis de ser obtidas em academias que possuem um razoável nível de informatização:

- peso no momento da matrícula;
- altura no momento da matrícula;
- IMC no momento da matrícula, calculado a partir das variáveis peso e altura; este índice poderá ser trabalhado como variável numérica ou categórica (neste caso, utilizando a classificação adotada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006));

- *IMC* recalculado em intervalos regulares (a cada três meses, por exemplo);
- profissão e estado civil - exigir uma maior preocupação por parte da secretaria da academia em manter corretas estas informações (os registros não preenchidos com a variável *profissão* chegaram a 52,7%, e *estado civil* a 45,4%);
- estado civil no momento do trancamento da matrícula na academia;
- endereço comercial atualizado periodicamente, principalmente no momento do trancamento da matrícula;
- Teste de Tendências Comportamentais DISC - TTCD[®] (já utilizado em outras filiais da BYFIT);
- número de dias semanais de frequência à academia;
- atividades preferidas na academia (informação sempre mantida atualizada);
- hobbies preferidos (informação sempre mantida atualizada);
- esportes preferidos;
- nível de escolaridade (periodicamente atualizado);
- número de filhos, idades no momento da matrícula e gêneros;
- horário que costuma frequentar a academia;
- frequenta a academia antes ou após o trabalho?;
- cônjuge e/ou filhos frequentam a academia? frequentam juntos? (atualizar sempre)
- meio de transporte utilizado para chegar à academia;
- é fumante? bebe?

- iniciou atividade física por recomendação médica?

Adicionalmente é de vital importância que a academia não meça esforços no sentido de descobrir os motivos que levaram o aluno ao abandono do programa, seja através de entrevista no momento da saída, seja por intermédio de telefonema ou e-mail. O conjunto dessas informações será um grande aliado no entendimento da aderência.

Esta pesquisa foi apenas o primeiro passo no uso de modelos complexos na predição da aderência a um programa regular de atividade física. Acreditamos que a importância da atividade física na Saúde Pública alavancará a atenção de novos pesquisadores para este tema.

VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJOUADI, M., AYALA, M., CABRERIZO, M., *et al.*, 2010, “Classification of Leukemia Blood Samples Using Neural Networks”, **Annals of Biomedical Engineering**, v. 38, n. 4 (Abr), pp. 1473-1482.
- AKSELROD, S., NORBYMBERG, M., PELED, I., *et al.*, 1987, “Computerised Analysis of ST Segment Changes in Ambulatory Electrocardiograms”, **Medical and Biological Engineering and Computing**, v. 25, n. 5 (Set), pp. 513-519.
- ANDERSEN, R.E., BLAIR, S.N., CHESKIN, L.J., *et al.*, 1997, “Encouraging Patients To Become More Physically Active: The Physician's Role”, **Annals of Internal Medicine**, v. 127, n. 5 (Set), pp. 395-400.
- ARMSTRONG, N., WILLIAMS, J., RINGHAM, D., 1988, “Peak Oxygen Uptake and Progressive Shuttle Run Performance in Boys Aged 11-14 Years”, **British Journal of Physical Education**, v. 19, Suppl. 4, pp. 10-11.
- AYDIN, S., SARAOGU, H.M., KARA, S., 2009, “Log Energy Entropy-Based EEG Classification with Multilayer Neural Networks in Seizure”, **Annals of Biomedical Engineering**, v. 37, n. 12 (Dez), pp. 2626-2630.
- AZEVEDO, F.M., BRASIL, L.M., OLIVEIRA, R.C.L., 2000, **Redes Neurais: com Aplicações em Controle e em Sistemas Especialistas**. 1 ed. Florianópolis, Brasil, Visual Books.
- BARNES, R.W., TOOLE, J.F., NELSON, J.J., *et al.*, 2006, “Neural Networks for Ischemic Stroke”, **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 15, n. 5 (Set-Out), pp. 223-227.

- BEATTY, P.C.W., 1998, “Focus on: Computers and Anaesthesia - Neural Networks”, **Current Anaesthesia and Critical Care**, v. 9, n. 4 (Ago), pp. 168-173.
- BENHORIM, J., BADILINI, F., MOSS, A.J., *et al.*, 1996, “New Approach to Detection of Ischemic-Type ST Segment Depression”. In: MOSS, A.J., STERN, S. (eds), **Noninvasive Electrocardiology**, chapter 19, London, England, W. B. Saunders.
- BERRIGAN, D., TROIANO, R.P., MCNEEL, T., *et al.*, 2006, “Active Transportation Increases Adherence to Activity Recommendations”, **American Journal of Preventive Medicine**, v. 31, n. 3 (Set), pp. 210-216.
- BERTEVELLO, G., ARTHUR, D. (eds), 2007, “Academias em condomínios: Evasão dos clientes das academias”, **Atualidades - academia magazine**, n. 2 (Abr-Jun), pp. 14-15. Disponível em:
<<http://www.sindicatodasacademias.org.br/pdf/Revista%20Atualidades%20n2%20web.pdf>>. Acesso: 18 abr 2010.
- BRAGA, A.P., CARVALHO, A.P.L.F., LUDEMIR, T.B., 1998, **Fundamentos de Redes Neurais Artificiais**. 1 ed. Rio de Janeiro, Brasil, NCE/UFRJ.
- BRASSINGTON, G.S., ATIENZA, A.A., PERCZEK, R.E., *et al.*, 2002, “Intervention-Related Cognitive versus Social Mediators of Exercise Adherence in the Elderly”, **American Journal of Preventive Medicine**, v. 23, n. 2 Suppl (Ago), pp. 80-86.
- CARPENTER, G.A., 1989, “Neural Network Models for Pattern Recognition and Associative Memory”, **Neural Networks**, v. 2, n. 4, pp. 243-257.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., 1987a, “A Massively Parallel Architecture for a Self-Organizing Neural Pattern Recognition Machine”, **Computer Vision, Graphics, and Image Processing**, v. 37, n. 1 (Jan), pp. 54-115.

- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., 1987b, "ART 2: Self-organization of Stable Category Recognition Codes for Analog Input Patterns", **Applied Optics**, v. 26, n. 23 (Dez), pp. 4919-4930.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., 1988, "The ART of Adaptive Pattern Recognition by a Self-Organizing Neural Network", **Computer**, v. 21, n. 3, pp. 77-88.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., 1990, "ART 3: Hierarchical Search Using Chemical Transmitters in Self-Organizing Pattern Recognition Architectures", **Neural Networks**, v. 3, n. 2, pp. 129-152.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., 2002, "Adaptive Resonance Theory". In: ARBIB, M.A. (ed), **The Handbook of Brain Theory and Neural Networks**, 2 ed., part III, Cambridge, USA, MIT Press.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., MEHANIAN, C., 1989, "Invariant Recognition of Cluttered Scenes by a Self-Organizing ART Architecture: CORT-X Boundary Segmentation", **Neural Networks**, v. 2, n. 3, pp. 169-181.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., REYNOLDS, J.H., 1991b, "ARTMAP: Supervised Real-Time Learning and Classification of Nonstationary Data by a Self-Organizing Neural Network", **Neural Networks**, v. 4, n. 5, pp. 565-588.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., ROSEN, D.B., 1991a, "Fuzzy ART: Fast Stable Learning and Categorization of Analog Patterns by an Adaptive Resonance System", **Neural Networks**, v. 4, n. 6, pp. 759-771.
- CARPENTER, G.A., GROSSBERG, S., ROSEN, D.B., 1991c, "ART 2-A: an Adaptive Resonance Algorithm for Rapid Category Learning and Recognition", **Neural Networks**, v. 4, n. 4, pp. 493-504.

CASTRO, C.M., KING, A.C., BRASSINGTON, G.S., 2001, “Telephone versus Mail Interventions for Maintenance of Physical Activity in Older Adults”, **Health Psychology**, v. 20, n. 6 (Nov), pp. 438-444.

CGDANT/SVS/MS. Coordenação Geral de Doenças e Agravos não Transmissíveis, 2009, “Dia Mundial da Atividade Física”, **Secretaria de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde**. Disponível em:

<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/dia_mundial_atividadefisica2009.pdf>.

Acesso: 18 abr 2010.

CHANG, L.Y., 2005, “Analysis of Freeway Accident Frequencies: Negative Binomial Regression versus Artificial Neural Network”, **Safety Science**, v. 43, n. 8 (Out), pp. 541-557.

CHIN A PAW, M.J.M., VAN POPPEL, M.N.M., TWISK, J.W.R., *et al.*, 2006, “Once a Week Not Enough, Twice a Week Not Feasible? A Randomised Controlled Exercise Trial in Long-Term Care Facilities”, **Patient Education and Counseling**, v. 63, n. 1-2 (Out), pp. 205-214.

CNS - Conselho Nacional de Saúde, 1996, “Resolução nº 196 de 10 de Outubro de 1996”, **Ministério da Saúde**. Disponível em:

<<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/1996/Reso196.doc>>. Acesso: 18 abr 2010.

COGHILL, N., COOPER, A.R., 2009, “Motivators and de-Motivators for Adherence to a Program of Sustained Walking”, **Preventive Medicine**, v. 49, n. 1 (Ago), pp. 24-27.

- COOPER, S.-M., BAKER, J.S., TONG, R.J., *et al.*, 2005, “The Repeatability and Criterion Related Validity of the 20 m Multistage Fitness Test as a Predictor of Maximal Oxygen Uptake in Active Young Men”, **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 4 (Abr), e19.
- COOPER, T.V., RESOR, M.R., STOEVEER, C.J., *et al.*, 2007, “Physical Activity and Physical Activity Adherence in the Elderly Based on Smoking Status”, **Addictive Behaviors**, v. 32, n. 10 (Out), pp. 2268-2273.
- COSTA, G.G., ALVARENGA, A.V., SPOSITO-ARAUJO, C.A., *et al.*, 2007, “Classificação do Contorno em Mamografias Digitalizadas Utilizando Redes Neurais Artificiais do Tipo ART-2”. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Física Médica**, v. 1, pp. 1, Foz do Iguaçu, Brasil, Jun.
- COSTA, L. (org), 2005, **Atlas do Esporte no Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro, Brasil, Shape.
- COSTA, L.S., CHAGAS, A.V., ALMEIDA, R.M.V.R., 2003, “Modelando a Acessibilidade a Serviços de Saúde Através de Redes Neurais Artificiais”, **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 11, n. 1 (Jan-Jun), pp. 79-91.
- COURNEYA, K.S., SEGAL, R.J., REID, R.D., *et al.*, 2004, “Three Independent Factors Predicted Adherence in a Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training Among Prostate Cancer Survivors”, **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 57, n. 6 (Jun), 571-579.
- COX, K.L., BURKE, V., GORELY, T.J., *et al.*, 2003, “Controlled Comparison of Retention and Adherence in Home- vs Center-Initiated Exercise Interventions in Women Ages 40-65 Years: the S.W.E.A.T. Study (Sedentary Women Exercise Adherence Trial)”, **Preventive Medicine**, v. 36, n. 1 (Jan), pp. 17-29.

- COX, K.L., BURKE, V., BEILIN, L.J., *et al.*, 2008, “Short and Long-Term Adherence to Swimming and Walking Programs in Older Women - The Sedentary Women Exercise Adherence Trial (SWEAT 2)”, **Preventive Medicine**, v. 46, n. 6 (Jun), pp. 511-517.
- CRESS, M.E., BUCHNER, D.M., PROHASKA, T., *et al.*, 2005, “Best Practices for Physical Activity Programs and Behavior Counseling in Older Adult Populations”, **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 13, n. 1 (Jan), pp. 61-74.
- CYARTO, E.V., BROWN, W.J., MARSHALL, A.L., 2006, “Retention, Adherence and Compliance: Important Considerations for Home- and Group-Based Resistance Training Programs for Older Adults”, **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 9, n. 5 (Out), pp. 402-412.
- DALEY, A.J., CRANK, H., MUTRIE, N., *et al.*, 2007, “Determinants of Adherence to Exercise in Women Treated for Breast Cancer”, **European Journal of Oncology Nursing**, v. 11, n. 5 (Dez), pp. 392-399.
- DANTAS, E.H.M., 2003, **A Prática da Preparação Física**. 5 ed. Rio de Janeiro, Brasil, Shape.
- DECI, E.L., RYAN, R.M., 2000, “The ‘What’ and ‘Why’ of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior”, **Psychological Inquiry**, v. 11, n. 4 (Out-Dez), pp. 227-268.
- DISHMAN, R.K., 1982, “Compliance/Adherence in Health-Related Exercise”, **Health Psychology**, v. 1, n. 3 (Verão), pp. 237-267.
- DISHMAN, R.K., 1991, “Increasing and Maintaining Exercise and Physical Activity”, **Behavior Therapy**, v. 22, n. 3 (Verão), pp. 345-378.

- DISHMAN, R.K., BUCKWORTH, J., 1997, "Adherence to Physical Activity". In: MORGAN, W.P. (ed.), **Physical Activity & Mental Health**, 1 ed., chapter 4, Washington DC, USA, Taylor & Francis.
- DONESKY-CUENCO, D., JANSON, S., NEUHAUS, J., *et al.*, 2007, "Adherence to a Home-Walking Prescription in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease", **Heart & Lung**, v. 36, n. 5 (Set-Out), pp. 348-363.
- EDMUNDS, J., NTOUMANIS, N., DUDA, J.L., 2007, "Adherence and Well-Being in Overweight and Obese Patients Referred to an Exercise on Prescription Scheme: A Self-Determination Theory Perspective". **Psychology of Sport and Exercise**, v. 8, n. 5 (Set), pp. 722-740.
- EMERY, C.F., HAUCK, E.R., BLUMENTHAL, J.A., 1992, "Exercise Adherence or Maintenance Among Older Adults: 1-Year Follow-Up Study", **Psychology and Aging**, v. 7, n. 3 (Set), pp. 466-470.
- FALLON, E.A., HAUSENBLASB, H.A., NIGG, C.R., 2005, "The Transtheoretical Model and Exercise Adherence: Examining Construct Associations in Later Stages of Change", **Psychology of Sport and Exercise**, v. 6, n. 6 (Nov), pp. 629-641.
- FANELLI, A., CABRAL, A.L., NEDER, J.A., *et al.*, 2007, "Exercise Training on Disease Control and Quality of Life in Asthmatic Children", **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 9 (Set), pp. 1474-1480.
- FLOURIS, A.D., METSIOS, G.S., KOUTEDAKIS, Y., 2005, "Enhancing the Efficacy of the 20 m Multistage Shuttle Run Test", **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 3 (Mar), pp. 166-170.

FDE/SE/SP. Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 2010, “Programa Agita Família”, **Secretaria de Educação/Governo do Estado de São Paulo**.

Disponível em:

<<http://escoladafamilia.fde.sp.gov.br/v2/Subpages/Noticias/2010/Abril/6.html>>.

Acesso: 18 abr 2010.

FORREST, S., 1993, “Genetic Algorithms - Principles of Natural Selection Applied to Computation”, **Science**, v. 261, n. 5123 (Ago), pp. 872-878.

FRENKEL, D., NADAL, J., 2000, “Comparação de Métodos de Representação do Segmento ST na Detecção Automática de Isquemias Miocárdicas”, **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 16, n. 3 (Set-Dez), pp. 153-162.

GARCÍA, M., SÁNCHEZ, C.I., LÓPEZ, M.I., *et al.*, 2009a, “Neural Network Based Detection of Hard Exudates in Retinal Images”, **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 93, n. 1 (Jan), pp. 9-19.

GARCÍA, M., SÁNCHEZ, C.I., POZA, J., *et al.*, 2009b, “Detection of Hard Exudates in Retinal Images Using a Radial Basis Function Classifier”, **Annals of Biomedical Engineering**, v. 37, n. 7 (Jul), pp. 1448-1463.

GARFIELD RE, CHWALISZ K, SHI L, *et al.*, “Instrumentation for the Diagnosis of Term and Preterm Labour”, **Journal of Perinatal Medicine**, v. 26, n. 6, pp. 413-436.

GILL, T.M., BAKER, D.I., GOTTSCHALK, M., *et al.*, 2002, “A Program to Prevent Functional Decline in Physically Frail, Elderly Persons Who Live at Home”, **The New England Journal of Medicine**, v. 347, n. 14 (Out), pp. 1068-1074.

- GISMONDI, R.C., ALMEIDA, R.M.V.R., INFANTOSI, A.F.C., 2002, “Artificial Neural Networks for Infant Mortality Modeling”, **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 69, n. 1 (Nov), pp. 237-247.
- GOGOU, G., MAGLAVERAS, N., AMBROSIADOU, B.V., *et al.*, 2001, “A Neural Network Approach in Diabetes Management by Insulin Administration”, **Journal of Medical Systems**, v. 25, n. 2 (Abr), pp. 119-131.
- GOOGLE, 2010, “Google Maps”, **Google Dados Cartográficos**. Disponível em: <<http://maps.google.com.br>>. Acesso: 18 abr 2010.
- GOTTLIEB, G.S., EHOLIÉ, S.P., NKENGASONG, J.N., *et al.*, 2008, “A Call for Randomized Controlled Trials of Antiretroviral Therapy for HIV-2 Infection in West Africa”, **AIDS**, v. 22, n. 16 (Out), pp. 2069-2072.
- GREENE, N.P., LAMBERT, B.S., GREENE, E.S., *et al.*, 2009, “Comparative Efficacy of Water and Land Treadmill Training for Overweight or Obese Adults”, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 9 (Set), pp. 1808-1815.
- GULATI, M., PANDEY, D.K., ARNSDORF, M.F., *et al.*, 2003, “Exercise Capacity and the Risk of Death in Women: the St James Women Take Heart Project”, **Circulation**, v. 108. n. 13 (Set), pp. 1554-1559.
- GURNEY, K., 1997, **An Introduction to Neural Networks**. 1 ed. London, England, Taylor & Francis.
- GUSI, N., PRIETO, J., MADRUGA, M., *et al.*, 2009, “Health-Related Quality of Life and Fitness of the Caregiver of Patient with Dementia”, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 6 (Jun), pp. 1182-1187.

- HAGAN, M.T., MENHAJ, M.B., 1994, "Training Feedforward Networks with the Marquardt Algorithm", **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 5, n. 6, pp. 989-993.
- HARVARD, 2010, "The Nutrition Source - The Borg Scale of Perceived Exertion", **School of Public Health**. Disponível em:
<<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/staying-active/borg-scale/index.html>>.
Acesso: 4 jul 2010.
- HEESCH, K.C., MÂSSE, L.C., DUNN, A.L., *et al.*, 2003, "Does Adherence to a Lifestyle Physical Activity Intervention Predict Changes in Physical Activity?", **Journal of Behavioral Medicine**, v. 26, n. 4 (Ago), pp. 333-348.
- HU, F.B., MANSON, J.E., STAMPFER, M.J., *et al.*, 2001, "Diet, Lifestyle, and the Risk of Type 2 Diabetes Mellitus in Women", **The New England Journal of Medicine**, v. 345, n. 11 (Set), pp. 790-797.
- HUBERTY, J.L., RANDELL, L.B., SIDMAN, C., *et al.*, 2008, "Explaining Long-Term Exercise Adherence in Women Who Complete a Structured Exercise Program", **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 79, n. 3 (Set), pp. 374-384.
- HUMPEL, N., OWEN, N., LESLIE, E., 2002, "Environmental Factors Associated With Adults' Participation in Physical Activity: a Review", **American Journal of Preventive Medicine**, v. 22, n. 3 (Abr), pp. 188-199.
- IAMS, J.D., 2003, "Prediction and Early Detection of Preterm Labor", **Obstetrics and Gynecology**, v. 101, n. 2 (Fev), pp. 402-412.

ICMJE - International Committee of Medical Journals Editors, 2009, “Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Ethical Considerations in the Conduct and Reporting of Research - Protection of Human Subjects and Animals in Research”, **Icmje.Org**. Disponível em: <http://www.icmje.org/ethical_6protection.html>. Acesso: 18 abr 2010.

IHRSA, 2010, “Latin America: Market Statistics”, **International Health, Racquet and Sportsclub Association**. Disponível em: <<http://cms.ihrsa.org/index.cfm?fuseaction=Page.viewPage&pageId=18830&nodeID=15>>. Acesso: 18 abr 2010.

INFANTOSI, A.F., ALMEIDA, R.M.V.R., GISMONDI, R.C., 2000, “Modelagem da Mortalidade Infantil em Municípios Brasileiros Usando Redes Neurais e Regressão Linear”. In: **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, pp. 968-973, Florianópolis, Brasil, Set.

INGLEDEW, D.K., SULLIVAN, G., 2002, “Effects of Body Mass and Body Image on Exercise Motives in Adolescence”, **Psychology of Sport and Exercise**, v. 3, n. 4 (Out), pp. 323-338.

IRWIN, M.L., TWOROGER, S.S., YASUI, Y., *et al.*, 2004, “Influence of Demographic, Physiologic, and Psychosocial Variables on Adherence to a Yearlong Moderate-Intensity Exercise Trial in Postmenopausal Women”, **Preventive Medicine**, v. 39, n. 6 (Dez), pp. 1080-1086.

JAIN, A.K., 1989, **Fundamentals of Digital Image Processing**. 1 ed. New Jersey, USA, Prentice Hall.

- JAVITT, J.C., CANNER, J.K., FRANK, R.G., *et al.*, 1990, “Detecting and Treating Retinopathy in Patients with Type I Diabetes Mellitus. A Health Policy Model”, **Ophthalmology**, v. 97, n. 4 (Abr), pp. 483-494.
- JEFFERY, R.W., WING, R.R., THORSON, C., *et al.*, 1998, “Use of Personal Trainers and Financial Incentives to Increase Exercise in a Behavioral Weight-Loss Program”, **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 66, n. 5 (Out), pp. 777-783.
- JOUPER, J., HASSMÉN, P., 2009, “Exercise intention, age and stress predict increased qigong exercise adherence”, **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 13, n. 2 (Abr), pp. 192-201.
- KARTALOPOULOS, S.V., 1996, **Understanding Neural Networks and Fuzzy Logic: Basic Concepts and Applications**. 1 ed. New York, USA, IEEE Press.
- KIM, G., KIM, Y., LIM, H., *et al.*, “An MLP-based Feature Subset Selection for HIV-1 Protease Cleavage Site Analysis”, **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 48, n. 2-3 (Fev-Mar), pp. 83-89.
- KING, A.C., KIERNAN, M., OMAN, R.F., *et al.*, 1997, “Can We Identify Who Will Adhere to Long-Term Physical Activity? Signal Detection Methodology as a Potential Aid to Clinical Decision Making”, **Health Psychology**, v. 16, n. 4 (Jul), pp. 380-389.
- KING, A.C., HASKELL, W.L., TAYLOR, C.B., *et al.*, 1991, “Group- vs Home-Based Exercise Training in Healthy Older Men and Women. A Community-Based Clinical Trial”, **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 266, n. 11 (Set), pp. 1535-1542.

- KLEIN, R., KLEIN, B.E.K., MOSS, S.E., *et al.*, 1984, “The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy - III. Prevalence and Risk of Diabetic Retinopathy When Age at Diagnosis Is 30 or More Years”, **Archives of Ophthalmology**, v. 102, n. 4 (Abr), pp. 527-532.
- KLONOFF, E.A., ANNECHILD, A., LANDRINE, H., 1994, “Predicting Exercise Adherence in Women: The Role of Psychological and Physiological Factors”, **Preventive Medicine**, v. 23, n. 2 (Mar), pp. 257-262.
- KOHONEN, T., 1982a, “Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps”, **Biological Cybernetics**, v. 43, n. 1 (Jan), pp. 59-69.
- KOHONEN, T., 1982b, “Analysis of a Simple Self-Organizing Process”, **Biological Cybernetics**, v. 44, n. 2 (Jul), pp. 135-140.
- KOHONEN, T., 1984, **Self-Organization and Associative Memory**, 2 ed. Düsseldorf, Alemanha, Springer-Verlag.
- KOHONEN, T., 1987, “Adaptive, Associative, and Self-Organizing Functions in Neural Computing”, **Applied Optics**, v. 26, n. 23 (Dez), pp. 4910-4918.
- KOHONEN, T., 1988, “The ‘Neural’ Phonetic Typewriter”, **Computer**, v. 21, n. 3 (Mar), pp. 11-22.
- KOVÁCS, Z.L., 2006, **Redes Neurais Artificiais: Fundamentos e Aplicações**. 4 ed. São Paulo, Brasil, Livraria da Física.
- KRISHNAN, S., RANGAYYAN, R.M., BELL, G.D., *et al.*, 1997, “Adaptive Filtering, Modelling and Classification of Knee Joint Vibroarthrographic Signals for Non-Invasive Diagnosis of Articular Cartilage Pathology”, **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 35, n. 6 (Nov), pp. 677-684.

- KRISHNAN, S., RANGAYYAN, R.M., BELL, G.D., *et al.*, 2000, “Adaptive Time-Frequency Analysis of Knee Joint Vibroarthrographic Signals for Noninvasive Screening of Articular Cartilage Pathology”, **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 47, n. 6 (Jun), pp. 773-783.
- LAMB, K.L., ROGERS, L., 2007, “A Re-Appraisal of the Reliability of the 20 m Multi-Stage Shuttle Run Test”, **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 3 (Jun), pp. 287-292.
- LÉGER, L.A., LAMBERT, J., 1982, “A Maximal Multistage 20-m Shuttle Run Test to Predict VO₂ max”, **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 49, n. 1 (Jun), pp. 1-12.
- LÉGER, L.A., MERCIER, D., GADOURY, C., *et al.*, 1988, “The Multistage 20 metre Shuttle Run Test for Aerobic Fitness”, **Journal of Sports Sciences**, v. 6, n. 2 (Verão), pp. 93-101.
- LI, X., OUYANG, G., RICHARDS, D.A., 2007, “Predictability Analysis of Absence Seizures with Permutation Entropy”, **Epilepsy Research**, v. 7, n. 1 (Out), pp. 70-74.
- LIN, D.T., DAYHOFF, J.E., LIGOMENIDES, P.A., 1995, “Trajectory Production with the Adaptive Time-Delay Neural Network”, **Neural Networks**, v. 8, n. 3, pp. 447-461.
- LIPPMANN, R.P., 1987, “An Introduction to Computing with Neural Nets”, **IEEE ASSP Magazine**, v. 4, n. 2, pp. 4-22.
- MCCULLOCH, W.S., PITTS, W., 1943, “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”, **Bulletin of Mathematical Biophysics**, v. 5, n. 4 (Dez), pp. 115-133.

- MAHAR, M.T., WELK, G.J., ROWE, D.A., *et al.*, 2006, “Development and Validation of a Regression Model to Estimate VO₂peak from PACER 20-m Shuttle Run Performance”, **Journal of Physical Activity & Health**, v. 3, Suppl. 2, S34-S46.
- MANER, W.L., GARFIELD, R.E., 2007, “Identification of Human Term and Preterm Labor using Artificial Neural Networks on Uterine Electromyography Data”, **Annals of Biomedical Engineering**, v. 35, n. 3 (Mar), pp. 465-473.
- MARKLAND, D., INGLEDEW, D.K., 1997, “The measurement of Exercise Motives: Factorial Validity and Invariance Across Gender of a Revised Exercise Motivations Inventory”, **British Journal of Health Psychology**, v. 2, n. 4 (Nov), pp. 361-376.
- MARTIN, J.E., DUBBERT, P.M., 1982, “Exercise Applications and Promotion in Behavioral Medicine: Current Status and Future Directions”, **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 50, n. 6 (Dez), pp. 1004-1017.
- MARTIN, J.E., DUBBERT, P.M., KATELL, A.D., *et al.*, 1984, “Behavioral Control of Exercise in Sedentary Adults: Studies 1 Through 6”, **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 52, n. 5 (Out), pp. 795-811.
- MATHOSO, E.F., RAUCHBACH, R., 2004, “Programa Idoso em movimento de Secretaria Municipal do Esporte e Lazer, Cidade de Curitiba - Paraná”, **Efdeportes.com**, v. 10, n. 71 (Abr). Disponível em:
<<http://www.efdeportes.com/efd71/curitiba.htm>>. Acesso: 13 jul 2010.
- MCAULEY, E., COURNEYA, K.S., RUDOLPH, D.L., *et al.*, 1994, “Enhancing Exercise Adherence in Middle-Aged Males and Females”, **Preventive Medicine**, v. 23, n. 4 (Jul), pp. 498-506.

- MEROM, D., RISSEL, C., PHONGSAVAN, P., *et al.*, 2007, “Promoting Walking with Pedometers in the Community: The Step-by-Step Trial”, **American Journal of Preventive Medicine**, v. 32, n. 4 (Abr), pp. 290-297.
- MOBLEY, B.A., LEASURE, R., DAVIDSON, L., 1995, “Artificial Neural Network Predictions of Lengths of Stay on a Post-Coronary Care Unit”, **Heart Lung**, v. 24, n. 3 (Mai-Jun), pp. 251-256.
- MOKDAD, A.H., MARKS, J.S., STROUP, D.F., *et al.*, 2004, “Actual Causes of Death in the United States, 2000”, **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 291, n. 10 (Mar), pp. 1238-1245.
- MS/SPS - Ministério da Saúde/Secretaria de Políticas de Saúde, 2002, “Programa Nacional de Promoção da Atividade Física ‘Agita Brasil’: Atividade Física e sua Contribuição para a Qualidade de Vida”, **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 2 (Abr), pp. 254-256.
- MS/SVS - Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde, 2004, “Análise dos Dados de Mortalidade de 2001”, **Coordenação Geral de Informações e Análise Epidemiológica**. Disponível em:
<<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/mortalidade%202001.pdf>>.
Acesso: 18 abr 2010.
- MUNIZ, A.M.S., LIU, H., LYONS, K.E., *et al.*, 2010, “Comparison among Probabilistic Neural Network, Support Vector Machine and Logistic Regression for Evaluating the Effect of Subthalamic Stimulation in Parkinson Disease on Ground Reaction Force During Gait”, **Journal of Biomechanics**, v. 43, n. 4 (Mar), pp. 720-726.

- MUNIZ, A.M.S., NADAL, J., 2009, “Application of Principal Component Analysis in Vertical Ground Reaction Force to Discriminate Normal and Abnormal Gait”, **Gait & Posture**, v. 29, n. 1 (Jan), pp. 31-35.
- MUNNEKE, M., DE JONG, Z., ZWINDERMAN, A.H., *et al.*, 2003, “Adherence and Satisfaction of Rheumatoid Arthritis Patients with a Long-Term Intensive Dynamic Exercise Program (RAPIT Program)”, **Arthritis & Rheumatism**, v. 49, n. 5 (Out), pp. 665-672.
- O'BRIEN, S.J., VERTINSKY, P.A., 1991, “Unfit Survivors: Exercise as a Resource for Aging Women” [ABSTRACT], **The Gerontologist**, v. 31, n. 3 (Jun), pp. 347-357.
- OHSR - Office of Human Subjects Research, 2004, “World Medical Association Declaration of Helsinki”, **National Institutes of Health**. Disponível em: <<http://ohsr.od.nih.gov/guidelines/helsinki.html>>. Acesso: 18 abr 2010.
- OLIVEIRA, A.G., 2007, “Academia: Local Seguro para a Prática de Atividades Físicas”, **Atualidades - Academia Magazine**, n. 1 (Jan-Mar), pp. 19. Disponível em: <http://www.sindicatodasacademias.org.br/pdf/Revista_Atualidades_n1.pdf>. Acesso: 18 abr 2010.
- OLIVEIRA JUNIOR, H.A. (org), 2007, **Inteligência Computacional: Aplicada à Administração, Economia e Engenharia em Matlab**. 1 ed. São Paulo, Brasil, Thomson.
- PAM/CURITIBA. Portal Administrativo de Curitiba, 2009, “Pedala Curitiba reúne ciclistas para passeio noturno”, **Prefeitura de Curitiba/PR**. Disponível em: <<http://www.pam.curitiba.pr.gov.br/geral/noticia.aspx?idf=15271>>. Acesso: 18 abr 2010.

- PANDEY, R.M., HEMRAJ, P., 1998, "Application of Artificial Neural Network to Predict Adherence to Treatment in Heroin Addicts", **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 51, Supp. 1 (Fev), pp. S29.
- PATTEN, C.A., VICKERS, K.S., MARTIN, J.E., *et al.*, 2003, "Exercise Interventions for Smokers with a History of Alcoholism: Exercise Adherence Rates and Effect of Depression on Adherence", **Addictive Behaviors**, v. 28, n. 4 (Jun), pp. 657-667.
- PERRI, M.G., MARTIN, A.D., LEERMAKERS, E.A., *et al.*, 1997, "Effects of Group-versus Home-Based Exercise in the Treatment of Obesity", **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 65, n. 2 (Abr), pp. 278-285.
- PERRI, M.G., ANTON, S.D., DURNING, P.E., *et al.*, 2002, "Adherence to Exercise Prescriptions: Effects of Prescribing Moderate versus Higher Levels of Intensity and Frequency", **Health Psychology**, v. 21, n. 5 (Set), pp. 452-458.
- PRATT, W.K., 2007, **Digital Image Processing**. 4 ed. Hoboken, USA, John Wiley & Sons.
- RANGAYYAN, R.M., KRISHNAN, S., BELL, G.D., *et al.*, 1997, "Parametric Representation and Screening of Knee Joint Vibroarthrographic Signals", **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 44, n. 11 (Nov), pp. 1068-1074.
- RANGAYYAN, R.M., WU, Y.F., 2008, "Screening of Knee-Joint Vibroarthrographic Signals Using Statistical Parameters and Radial Basis Functions", **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 46, n. 3 (Mar), pp. 223-232.
- RANGAYYAN, R.M., WU, Y.F., 2009, "Analysis of Vibroarthrographic Signals with Features Related to Signal Variability and Radial-Basis Functions", **Annals of Biomedical Engineering**, v. 37, n. 1 (Jan), pp. 156-163.

- RHODES, R.E., WARBURTON, D.E.R., MURRAY, H., 2009, “Characteristics of Physical Activity Guidelines and their Effect on Adherence: A Review of Randomized Trials”, **Sports Medicine**, v. 39, n. 5 (Mai), pp. 355-375.
- ROBISON, J.I., ROGERS, M.A., 1994, “Adherence to Exercise Programmes. Recommendations”, **Sports Medicine**, v. 17, n. 1 (Jan), pp. 39-52.
- ROSENBLATT, F., 1958, “The Perceptron: a Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain”, **Psychological Review**, v. 65, n. 6 (Nov), pp. 386-408.
- RUIZ, J.R., RAMIREZ-LECHUGA, J., ORTEGA, F.B., *et al.*, 2008, “Artificial Neural Network-Based Equation for Estimating VO_{2max} from the 20 m Shuttle Run Test in Adolescents”, **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 44, n. 3 (Nov), pp. 233-245.
- SABA, F., 2001, **Aderência à Prática do Exercício Físico em Academias**. 1 ed. São Paulo, Brasil, Manole.
- SALLIS, J.F., OWENN, N., 1998, **Physical Activity & Behavioral Medicine**. 1 ed. Thousand Oaks, CA, USA, Sage.
- SCHUTZER, K.A., GRAVES, B.S., 2004, “Barriers and Motivations to Exercise in Older Adults”, **Preventive Medicine**, v. 39, n. 5 (Nov), pp. 1056-1061.
- SCOTT, J.A., 2004, “Artificial Neural Networks and Image Interpretation: A Ghost in the Machine”, **Seminars in Ultrasound, CT, and MR**, v. 25, n. 5 (Out), pp. 396-403.

- SEEJ/MG. Secretaria de Estado de Esportes e da Juventude, 2009, “Agita Galera”, **Governo do Estado de Minas Gerais**. Disponível em:
- <<http://www.esportes.mg.gov.br/esportes/agita-galera>>. Acesso: 18 abr 2010.
- SHAW, I.S., SIMÕES, M.G., 1999, **Controle e Modelagem Fuzzy**. 1 ed. São Paulo, Brasil, Edgar Blücher.
- SIRARD, J.R., PFEIFFER, K.A., PATE, R.R., 2006, “Motivational Factors Associated with Sports Program Participation in Middle School Students”, **Journal of Adolescent Health**, v. 38, n. 6 (Jun), pp. 696-703.
- SMITH, M., 1993, **Neural Networks for Statistical Modeling**. 1 ed. Boston, USA, Thomson.
- SMITH, W.P., DOCTOR, J., MEYER, J., *et al.*, 2009, “A Decision Aid for Intensity-Modulated Radiationtherapy Plan Selection in Prostate Cancer Based on A Prognostic Bayesian Network and a Markov Model”, **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 46, n. 2 (Jun), pp. 119-130.
- SMS/BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Saúde, 2010, “Academias da Cidade”, **Prefeitura de Belo Horizonte/MG**. Disponível em:
- <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=saude&tax=16466&lang=pt_BR&pg=5571&taxp=0&>. Acesso: 13 jul 2010.
- SOARES, P.P.S., NADAL, J., 1999, “Aplicação de uma Rede Neural *Feedforward* com Algoritmo de Levenberg-Marquardt para Classificação de Alterações do Segmento ST do Eletrocardiograma”. In: **Proceedings of the IV Brazilian Conference on Neural Networks**, pp. 384-389, São José dos Campos, ITA, Jul.

- SPECHT, D.F., 1990a, “Probabilistic Neural Networks and the Polynomial Adaline as Complementary Techniques for Classification”, **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 1, n. 1 (Mar), pp. 111-121.
- SPECHT, D.F., 1990b, “Probabilistic Neural Networks”, **Neural Networks**, v. 3, n. 1, pp. 109-118.
- SS/RECIFE. Secretaria de Saúde, 2007, “Academia da Cidade”, **Prefeitura do Recife/PE**. Disponível em:
<http://www.recife.pe.gov.br/2007/07/04/academia_da_cidade_144861.php>.
Acesso: 13 jul 2010.
- STETSON, B.A., RAHN, J.M., DUBBERT, P.M., *et al.*, 1997, “Prospective Evaluation of the Effects of Stress on Exercise Adherence in Community-Residing Women”, **Health psychology**, v. 16, n. 6 (Nov), pp. 515-520.
- TAFNER, M.A., XEREZ, M., RODRIGUES FILHO, I.W., 1995, **Redes Neurais Artificiais: Introdução e Princípios de Neurocomputação**. 1 ed. Blumenau, Brasil, Editora da FURB.
- TAN, T.Z., QUEK, C., NG, G.S., *et al.*, 2008, “Ovarian Cancer Diagnosis with Complementary Learning Fuzzy Neural Network”, **Artificial Intelligence in Medicine**, v. 43, n. 3 (Jul), pp. 207-222.
- TEASDALE, G.M., JENNETT, B., 1974, “Assessment of Coma and Impaired Consciousness. A Practical Scale”, **Lancet**, v. 304, n. 7872 (Jul), pp. 81-84.
- TEASDALE, G.M., MURRAY, L., 2000, “Revisiting the Glasgow Coma Scale and Coma Score”, **Intensive Care Medicine**, v. 26, n. 2 (Fev), 153-154.

- UMAPATHY, K., KRISHNAN, S., 2006, "Modified Local Discriminant Bases Algorithm and Its Application in Analysis of Human Knee Joint Vibration Signals", **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 53, n. 3 (Mar), pp. 517-523.
- WAIBEL, A., HANAZAWA, T., HINTON, G., *et al.*, 1989, "Phoneme Recognition Using Time-Delay Neural Networks", **IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing**, v. 37, n. 3 (Mar), pp. 328-339.
- WARBURTON, D.E.R., KATZMARZYK, P.T., RHODES, R.E., *et al.*, 2007, "Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults", **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, Suppl. S2E, pp. S16-S68.
- WEINBERG, R.S., GOULD, D., 2007, **Foundations of Sport and Exercise Psychology**. 4 ed., Champaign, USA, Human Kinetics.
- WERBOS, P.J., 1987, "Building and Understanding Adaptive Systems: A Statistical/Numerical Approach to Factory Automation and Brain Research", **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. 17, n. 1 (Jan-Fev), pp. 7-20.
- WERBOS, P.J., 1988, "Generalization of Backpropagation with Application to a Recurrent Gas Market Model", **Neural Networks**, v. 1, n. 4 (Out), pp. 179-189.
- WERBOS, P.J., 1990, "Consistency of HDP Applied to a Simple Reinforcement Learning Problem", **Neural Networks**, v. 3, n. 2 (Mar), pp. 179-189.

WILLIAMS, M.A., HASKELL, W.L., ADES, P.A., *et al.*, 2007, “Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update: a Scientific Statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism”, **Circulation**, v. 116, n. 5 (Jul), pp. 572-584.

WILLIAMS, P., LORD, S.R., 1995, “Predictors of Adherence to a Structured Exercise Program for Older Women”, **Psychology and Aging**, v. 10, n. 4 (Dez), pp. 617-624.

WIDROW, B., HOFF, M., 1960, **Adaptive Switching Circuits**, 1 ed. New York, USA, Institute of Radio Engineers.

WHO - Executive Board, 2003, “Integrated prevention of noncommunicable diseases. Global strategy on diet, physical activity and health: process of development and draft resolution”, **World Health Organization**. Disponível em:
<http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB113/eeb11344.pdf>. Acesso: 18 abr 2010.

WHO - Global Database on Body Mass Index, 2006, “BMI Classification”, **World Health Organization**. Disponível em:
<http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html>. Acesso: 18 abr 2010.

WMA - Declaration of Helsinki, 2008, “Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects”, **World Medical Association**. Disponível em:
<<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/17c.pdf>>. Acesso: 18 abr 2010.

YLINEN, J., TAKALA, E.P., NYKÄNEN, M., *et al.*, 2003, “Active Neck Muscle Training in the Treatment of Chronic Neck Pain in Women: a Randomized Controlled Trial”, **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 289, n. 19 (Mai), pp. 2509-2516.

ANEXO I

Gráficos das Distribuições das Variáveis Numéricas

Distância da Residência à Academia

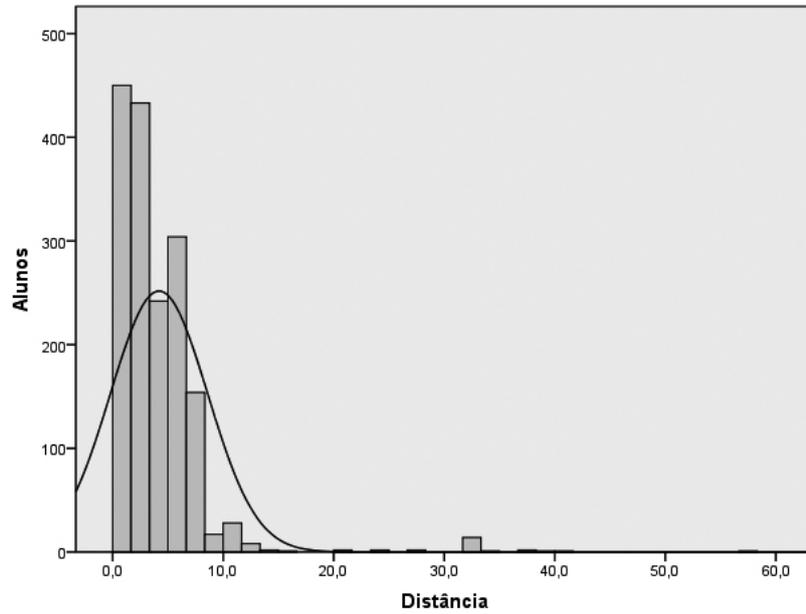


Gráfico Al.1 - Histograma com curva normal da variável *Distância*

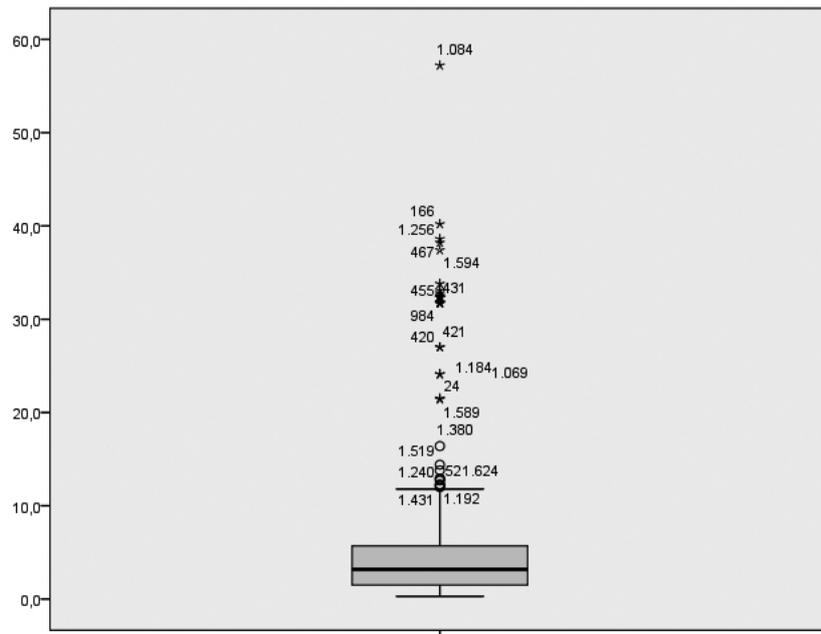


Gráfico Al.2 - Diagrama de caixa da variável *Distância*

Distância da Residência à Academia (sem valores dispersos)

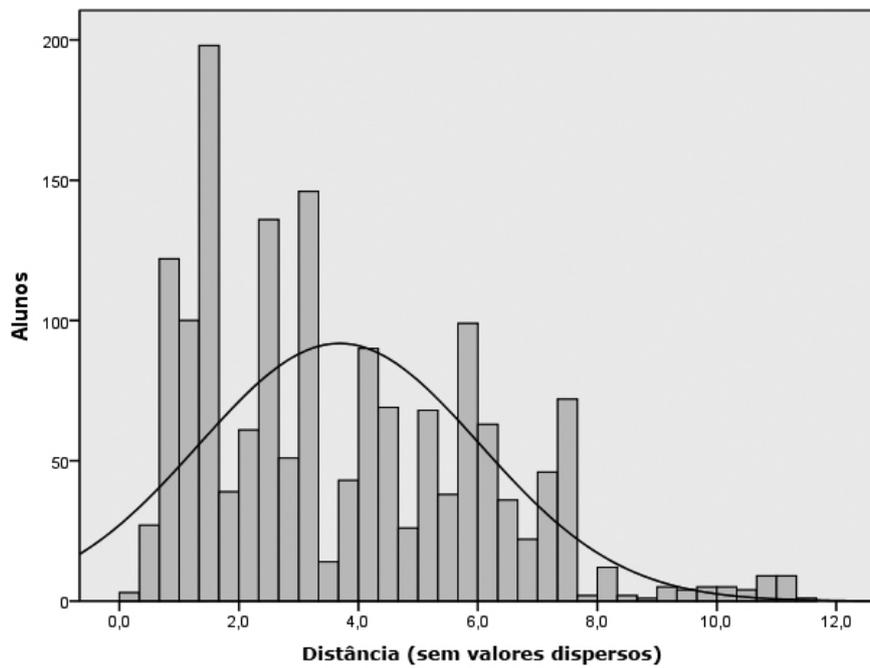


Gráfico A1.3 - Histograma com curva normal da variável *Distância (sem valores dispersos)*

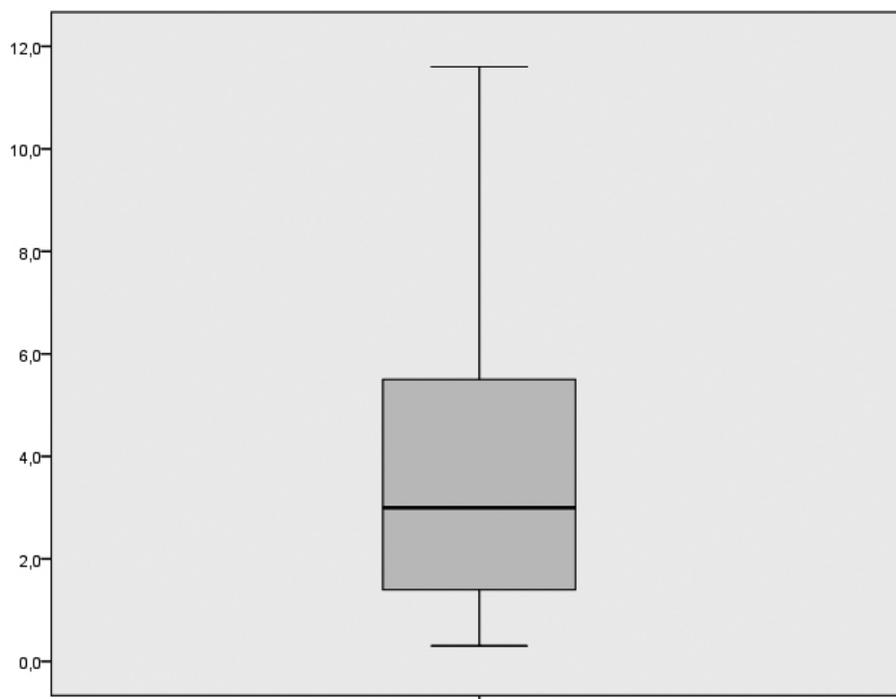


Gráfico A1.4 - Diagrama de caixa da variável *Distância (sem valores dispersos)*

ln (Distância da Residência à Academia)

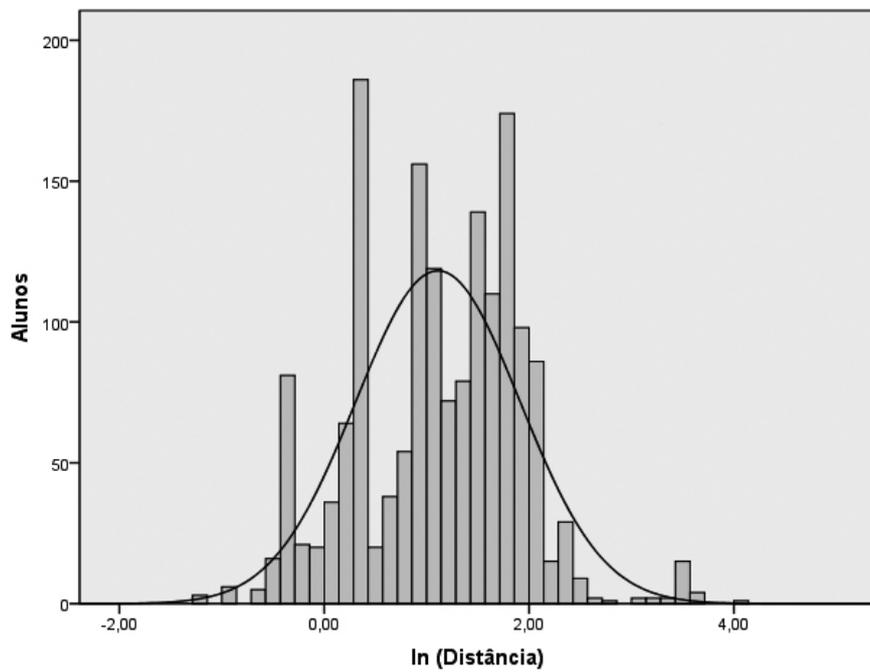


Gráfico A1.5 - Histograma com curva normal da variável *ln (Distância)*

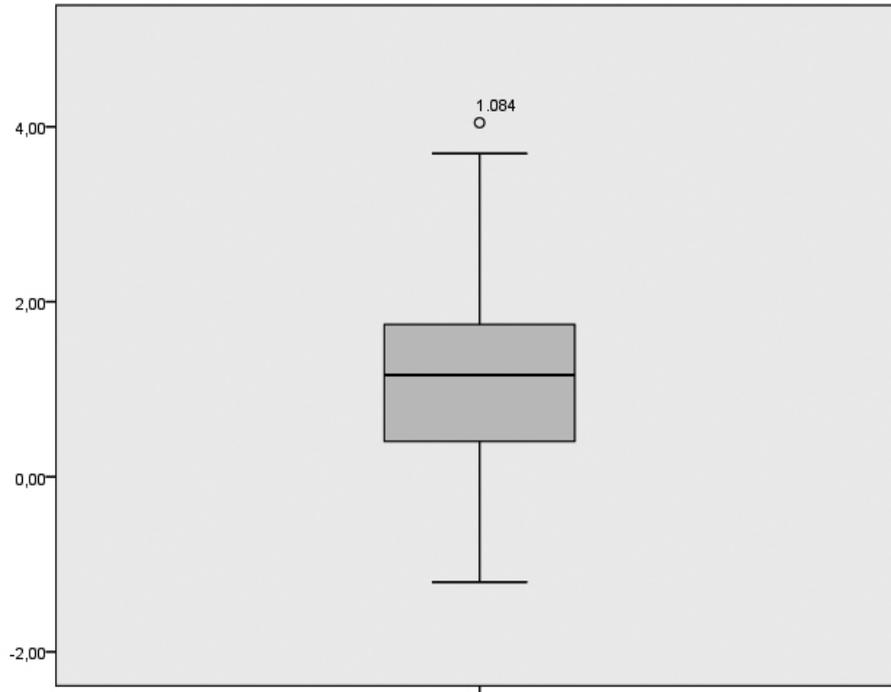


Gráfico A1.6 - Diagrama de caixa da variável *ln (Distância)*

In (Distância da Residência à Academia sem valores dispersos)

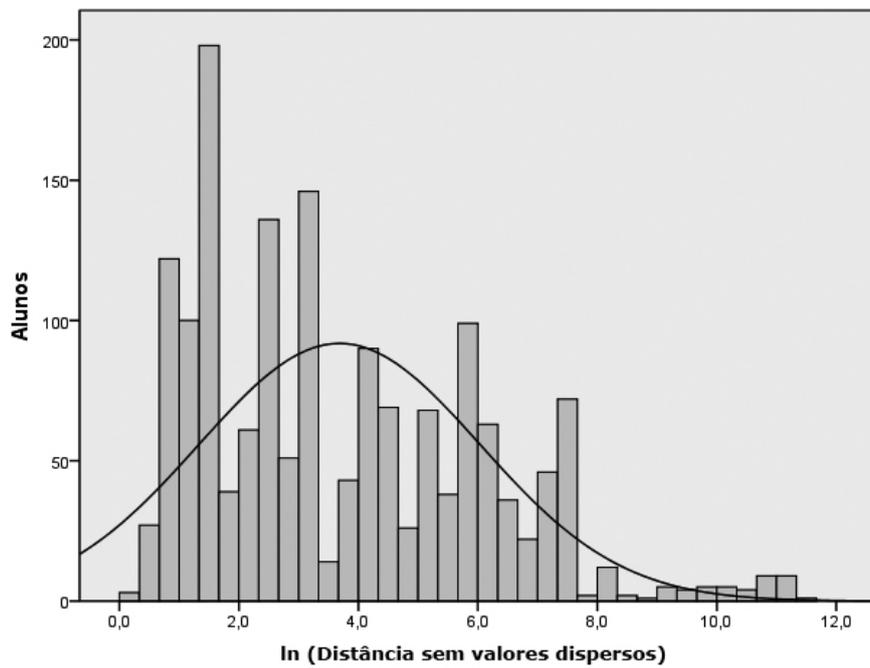


Gráfico A1.7 - Histograma com curva normal da variável *In (Distância sem valores dispersos)*

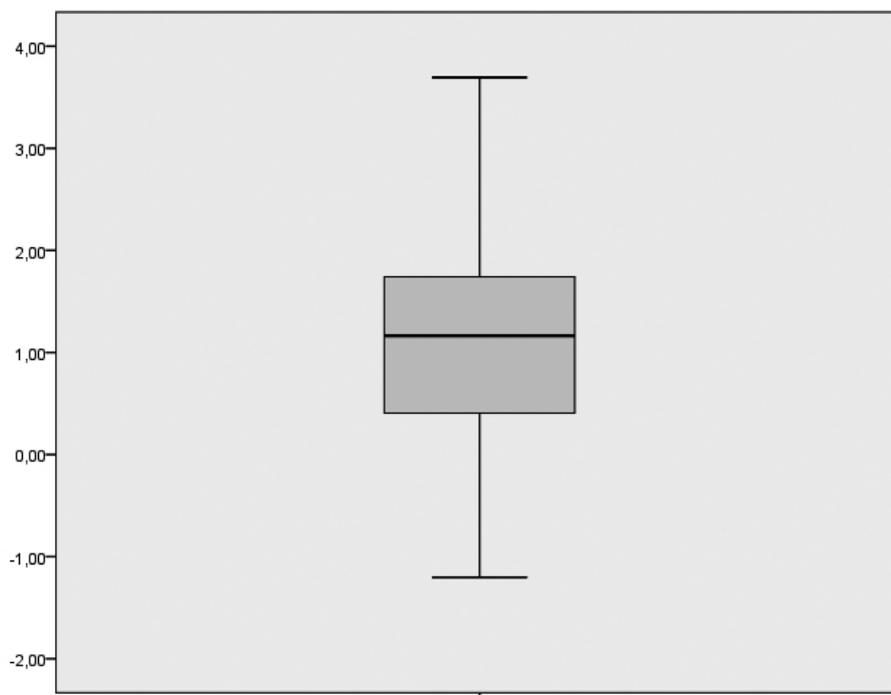


Gráfico A1.8 - Diagrama de caixa da variável *In (Distância sem valores dispersos)*

Idade na Matrícula

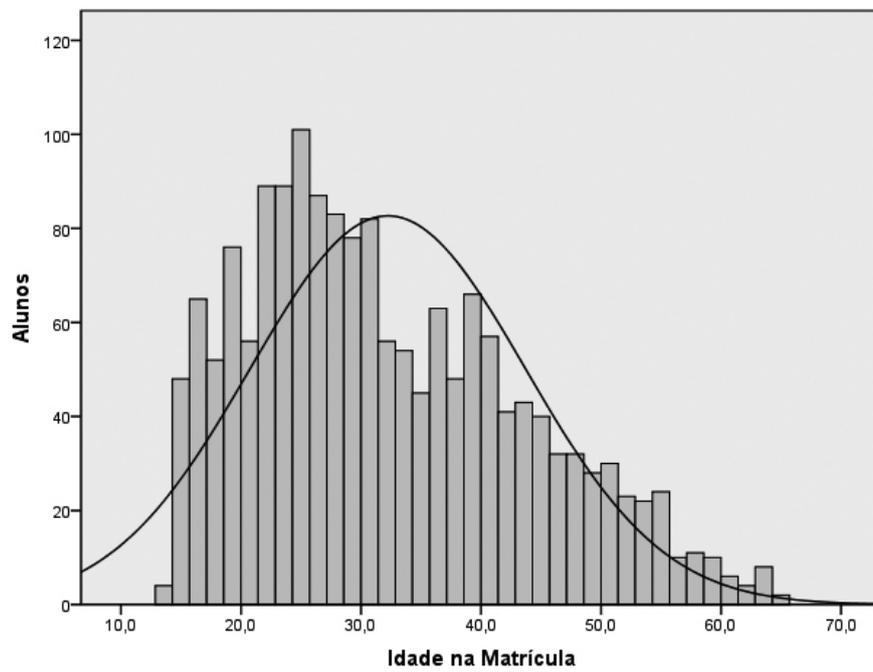


Gráfico A1.9 - Histograma com curva normal da variável *Idade na Matrícula*

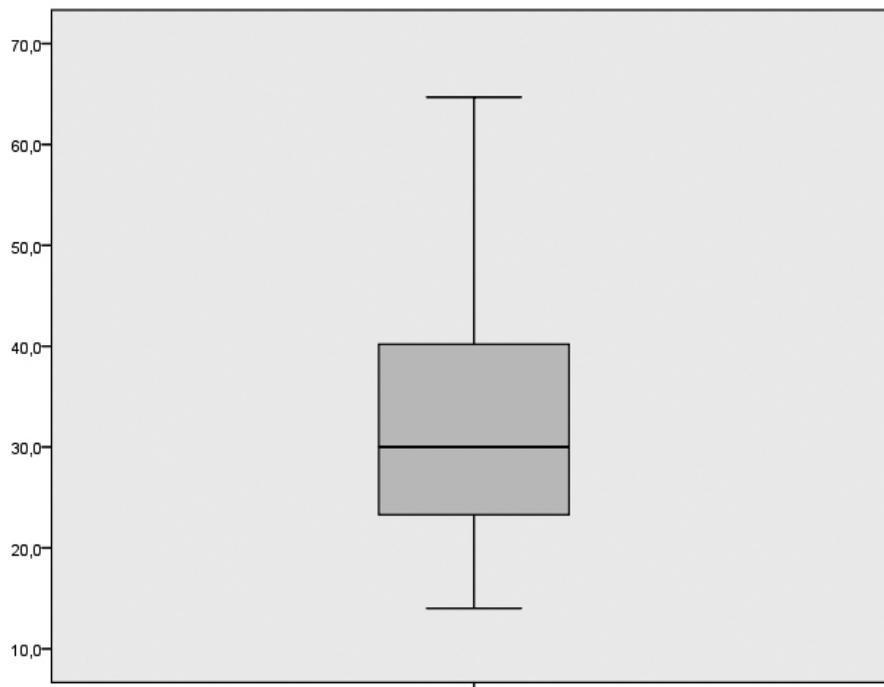


Gráfico A1.10 - Diagrama de caixa da variável *Idade na Matrícula*

In (Idade na Matrícula)

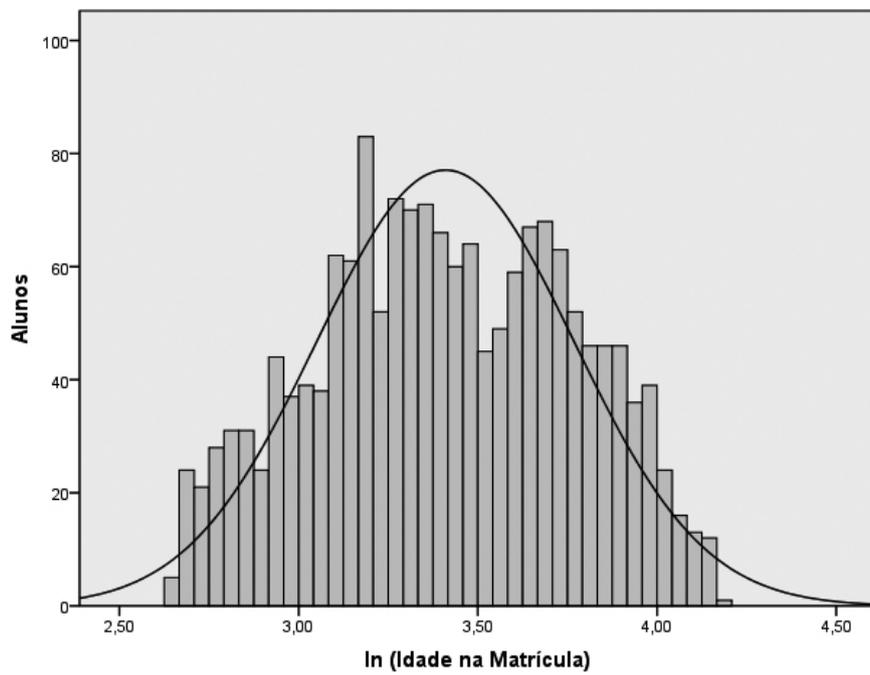


Gráfico Al.11 - Histograma com curva normal da variável *In (Idade na Matrícula)*

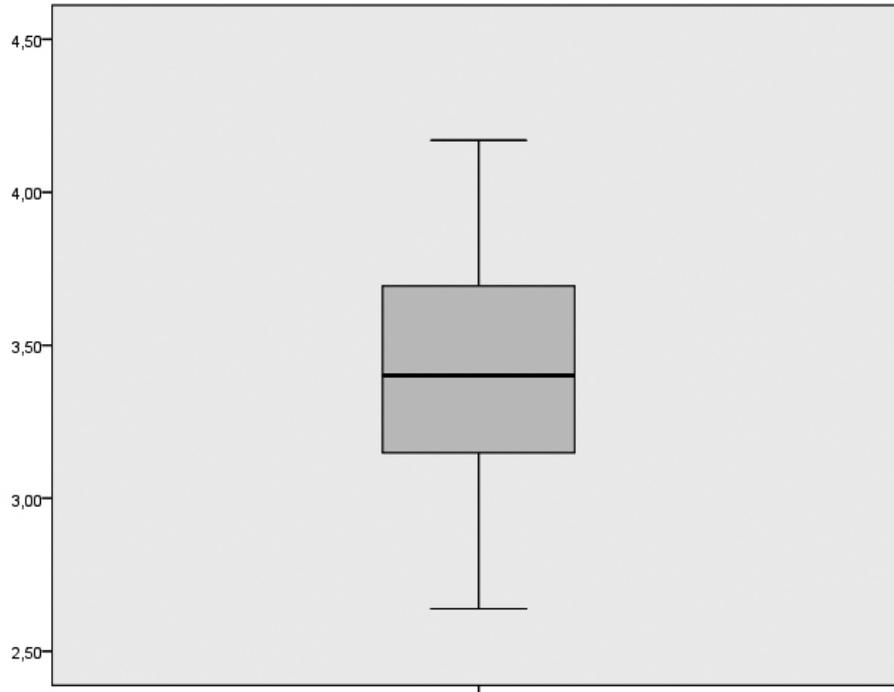


Gráfico Al.12 - Diagrama de caixa da variável *In (Idade na Matrícula)*

Idade na Saída

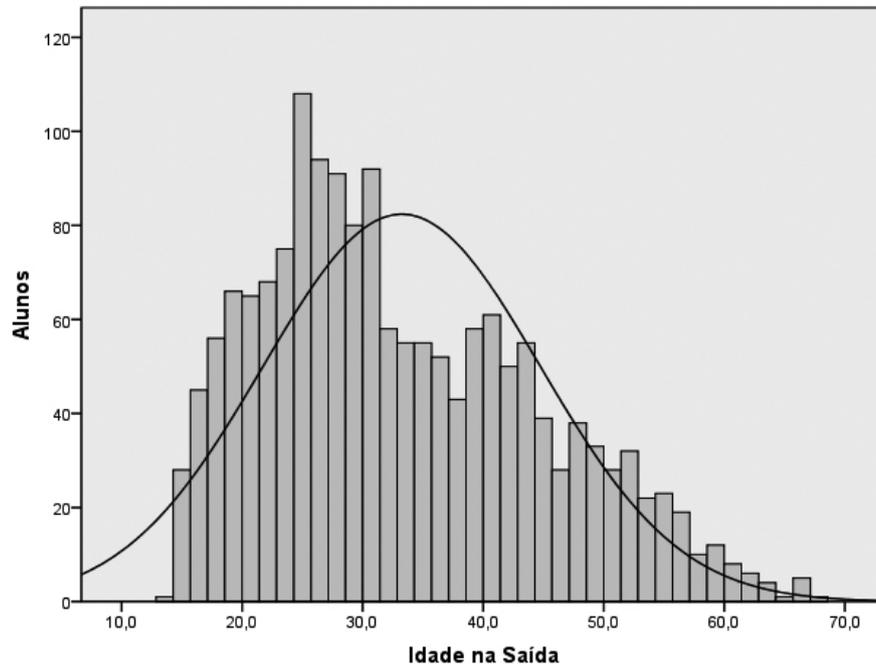


Gráfico Al.13 - Histograma com curva normal da variável *Idade na Saída*

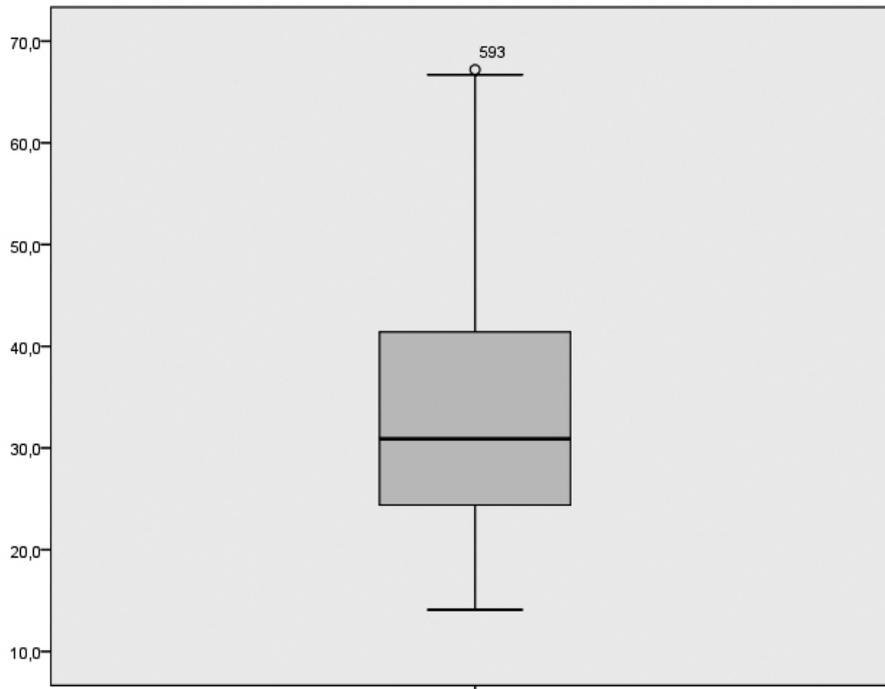


Gráfico Al.14 - Diagrama de caixa da variável *Idade na Saída*

Idade na Saída (sem valores dispersos)

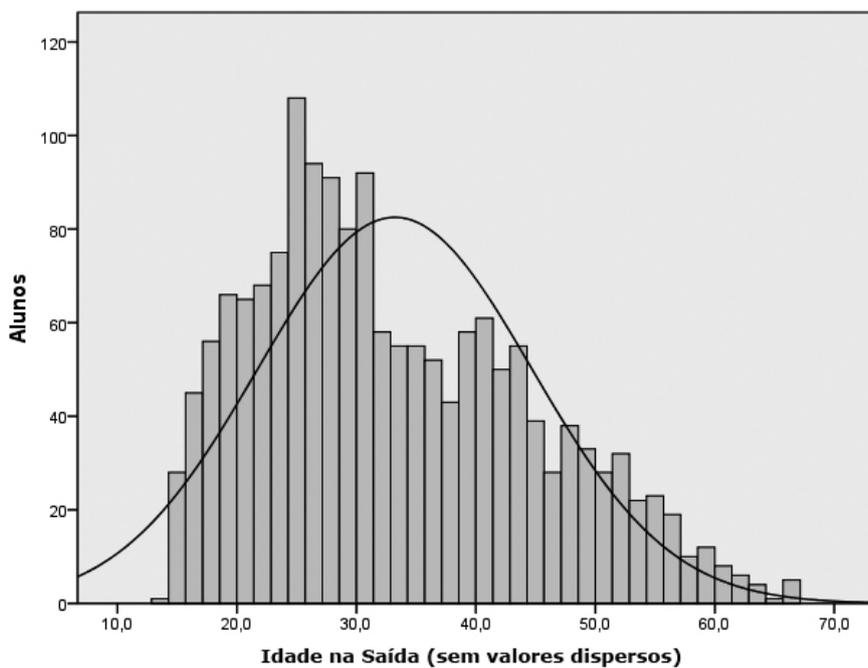


Gráfico Al.15 - Histograma com curva normal da variável *Idade na Saída (sem valores dispersos)*

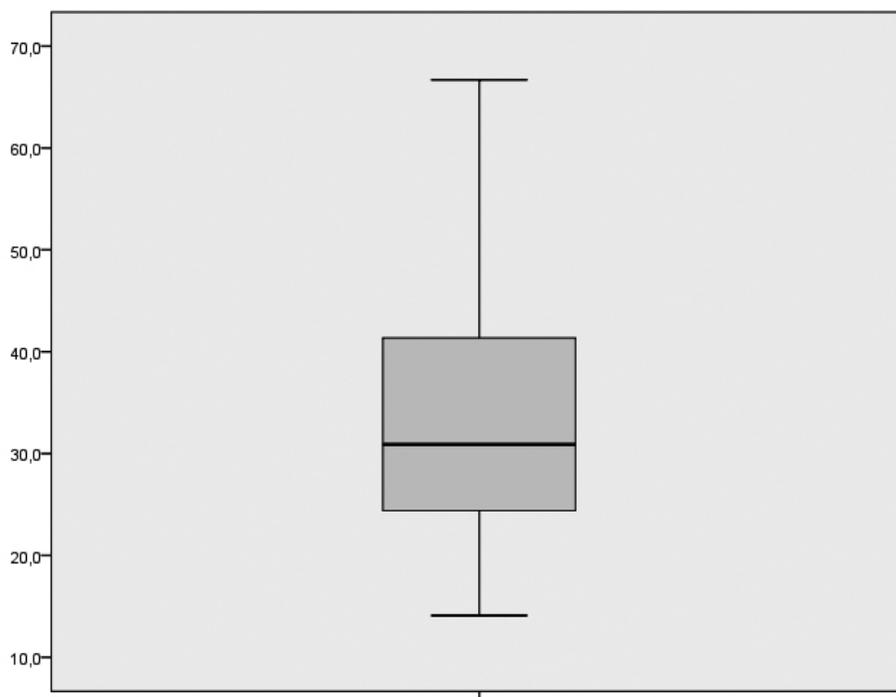


Gráfico Al.16 - Diagrama de caixa da variável *Idade na Saída (sem valores dispersos)*

In (Idade na Saída)

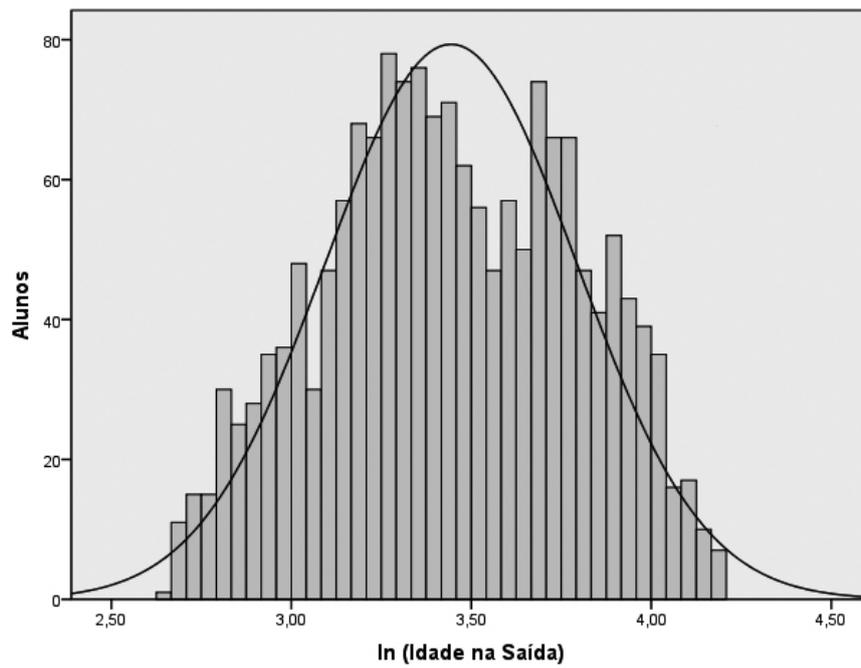


Gráfico Al.17 - Histograma com curva normal da variável *In (Idade na Saída)*

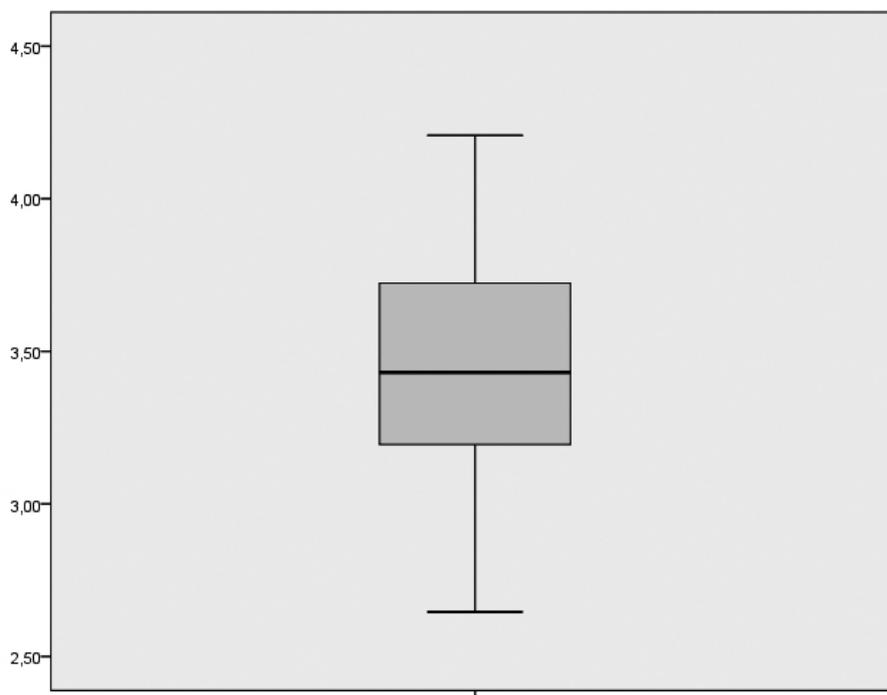


Gráfico Al.18 - Diagrama de caixa da variável *In (Idade na Saída)*

Permanência em Dias

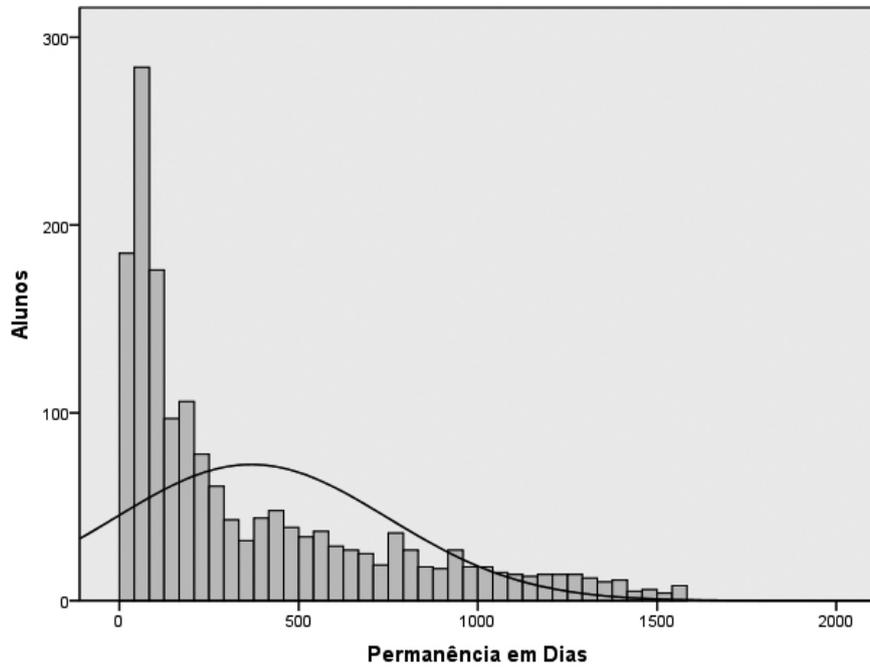


Gráfico AI.19 - Histograma com curva normal da variável *Permanência em Dias*

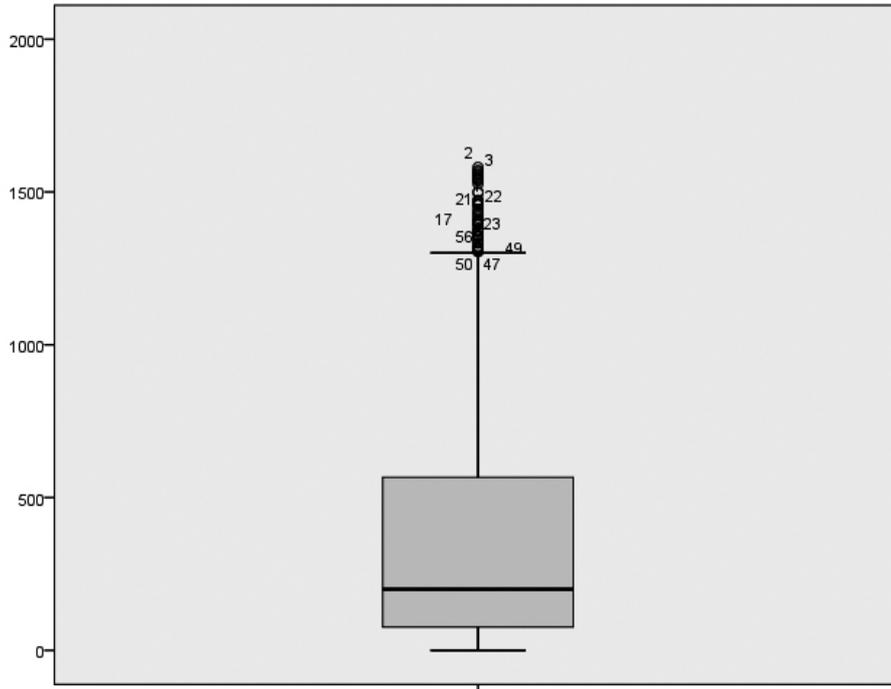


Gráfico AI.20 - Diagrama de caixa da variável *Permanência em Dias*

Permanência em Dias (sem valores dispersos)

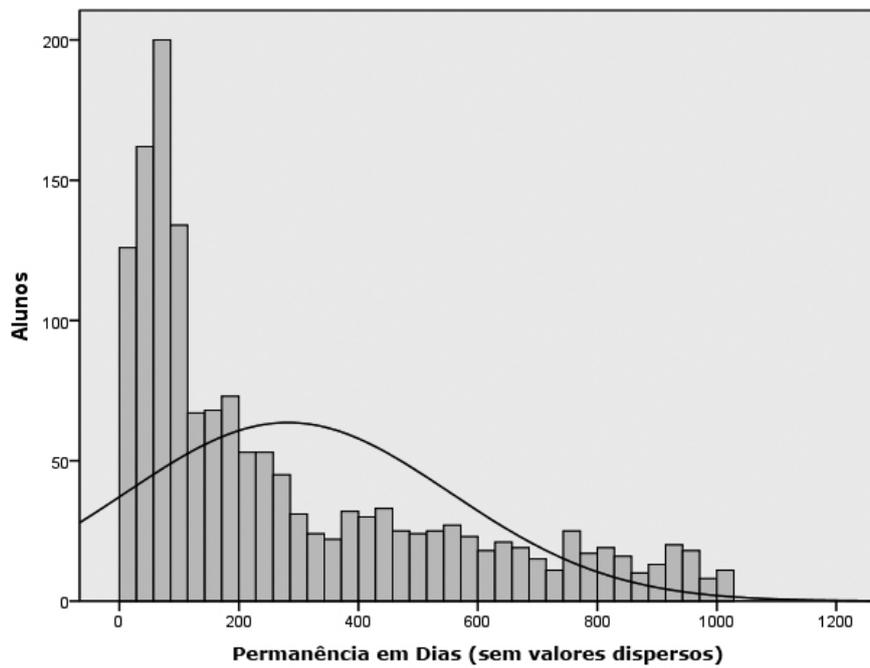


Gráfico Al.21 - Histograma com curva normal da variável *Permanência em Dias (sem valores dispersos)*

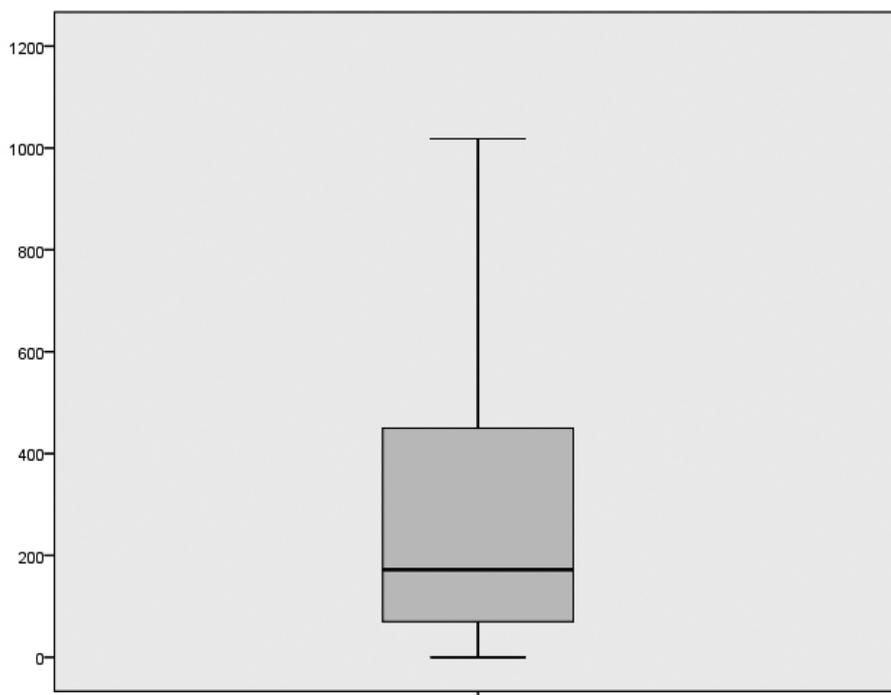


Gráfico Al.22 - Diagrama de caixa da variável *Permanência em Dias (sem valores dispersos)*

ln (Permanência em Dias)

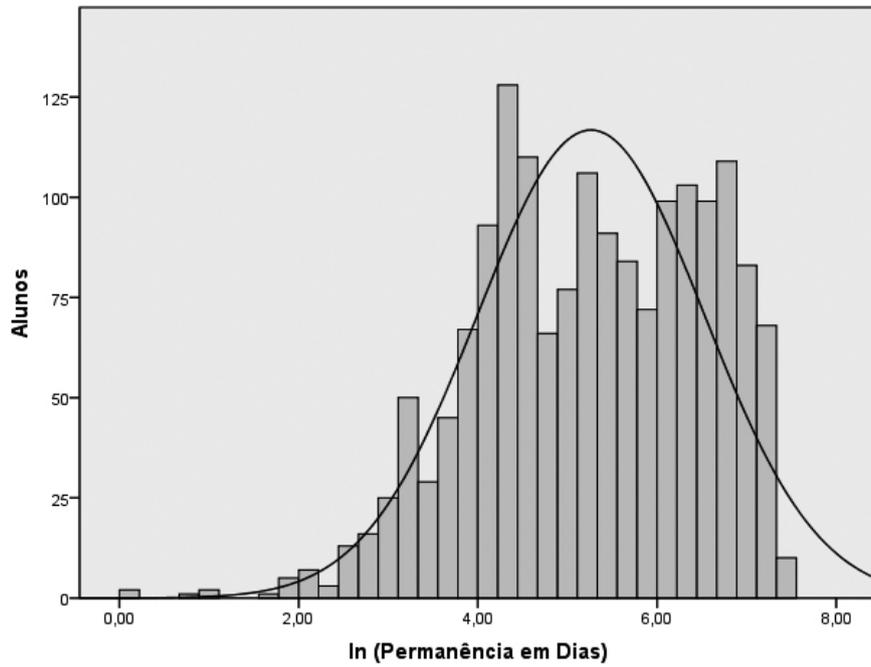


Gráfico A1.23 - Histograma com curva normal da variável ln (Permanência em Dias)

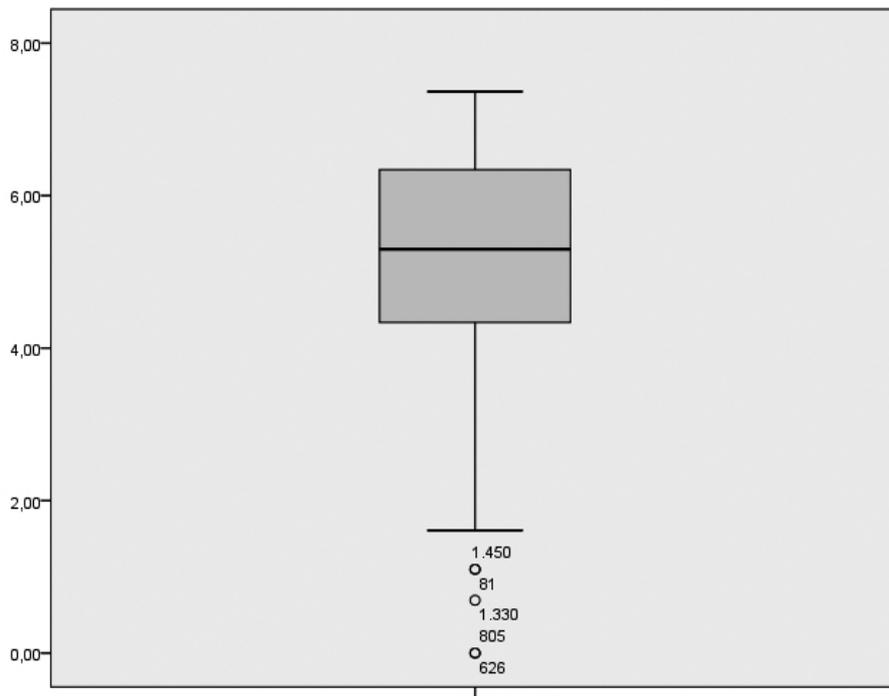


Gráfico A1.24 - Diagrama de caixa da variável ln (Permanência em Dias)

Permanência em Meses

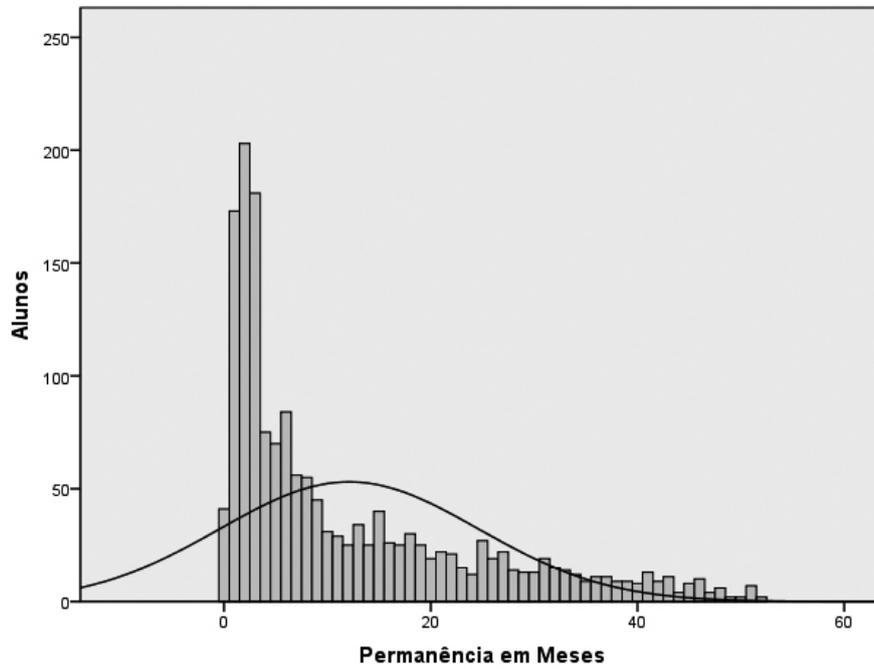


Gráfico Al.25 - Histograma com curva normal da variável *Permanência em Meses*

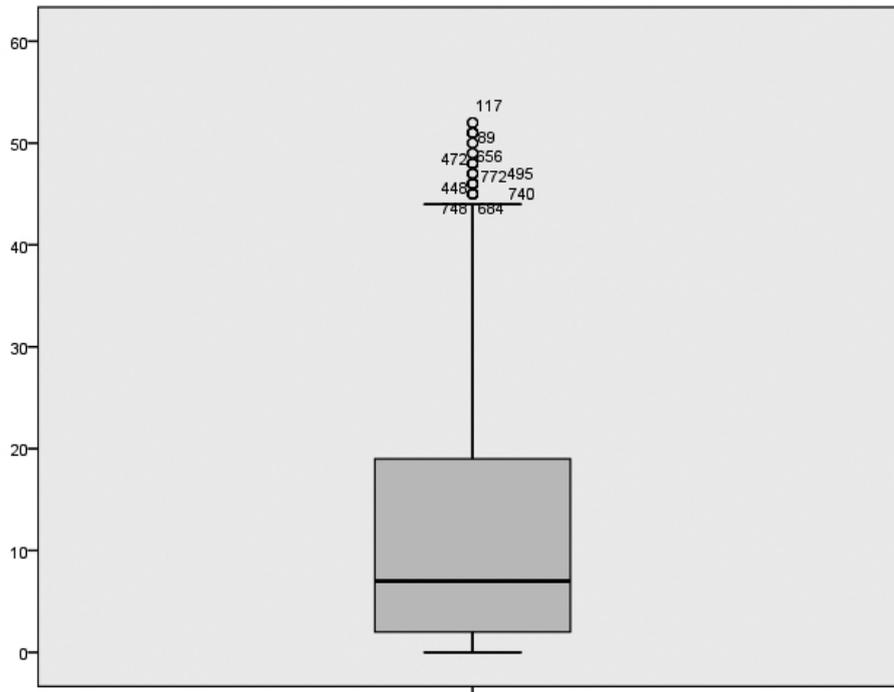


Gráfico Al.26 - Diagrama de caixa da variável *Permanência em Meses*

Permanência em Meses (sem valores dispersos)

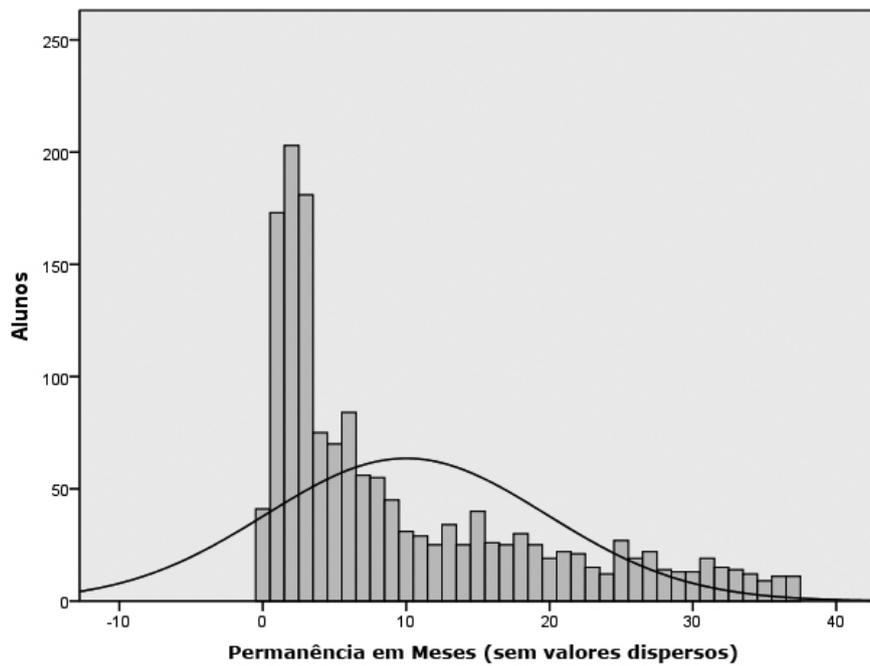


Gráfico Al.27 - Histograma com curva normal da variável *Permanência em Meses (sem valores dispersos)*

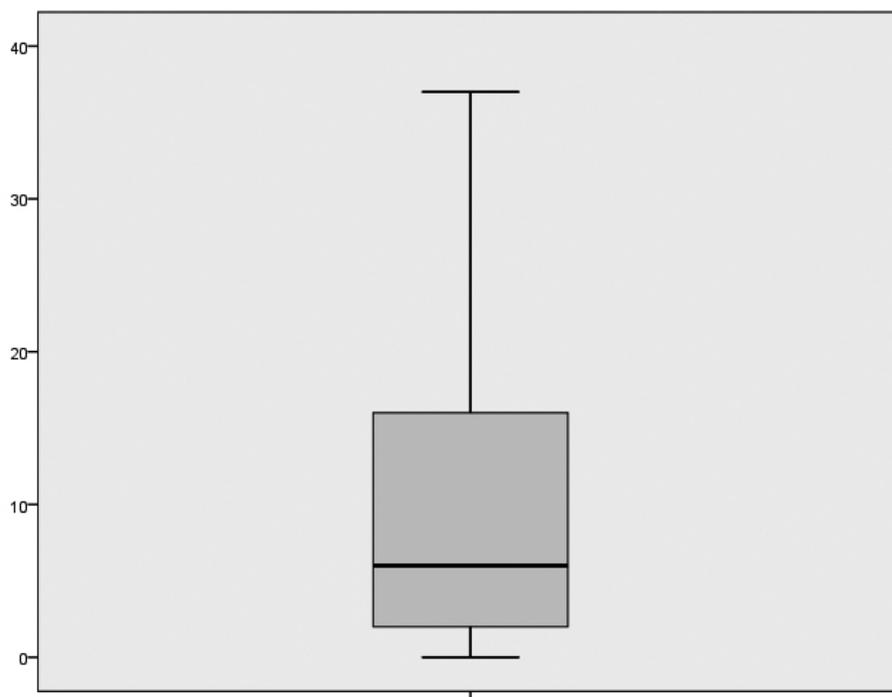


Gráfico Al.28 - Diagrama de caixa da variável *Permanência em Meses (sem valores dispersos)*

In (Permanência em Meses)

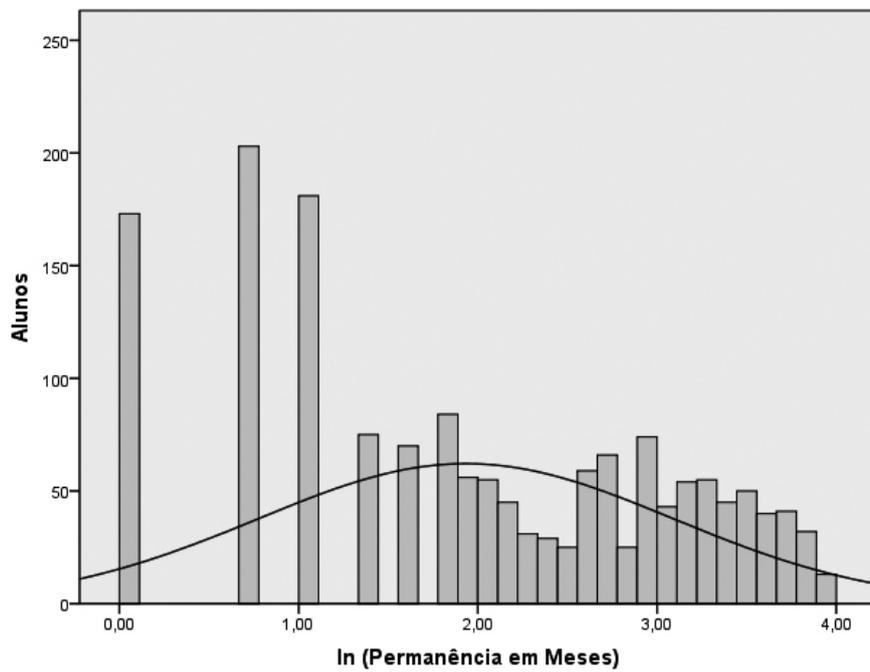


Gráfico A1.29 - Histograma com curva normal da variável *In (Permanência em Meses)*

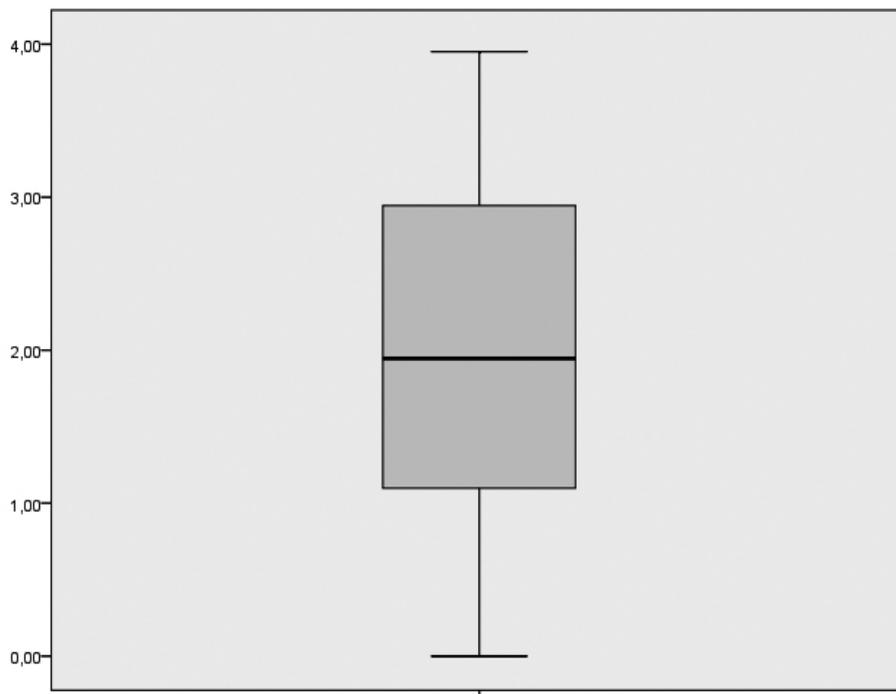


Gráfico A1.30 - Diagrama de caixa da variável *In (Permanência em Meses)*

ANEXO II

Gráficos de Distribuição das Variáveis Categóricas

Gráfico All.1 - Frequência da variável *Gênero*

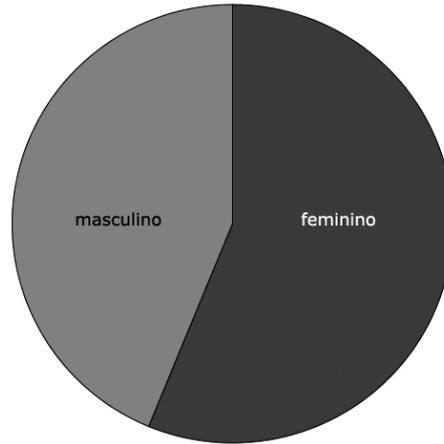


Gráfico All.2 - Frequência da variável *Nível Profissional*

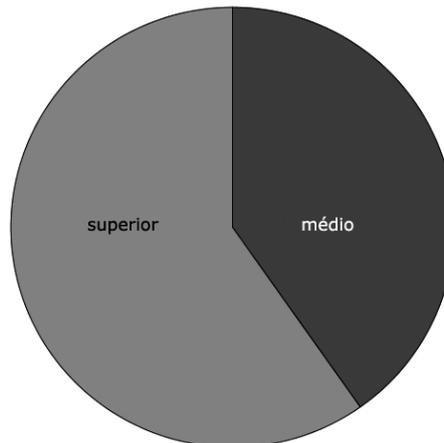


Gráfico All.3 - Frequência da variável *Estado Civil*

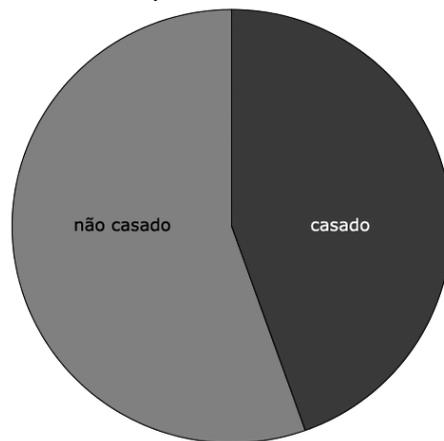


Gráfico All.4 - Frequência da variável *Mês da Matrícula*



Gráfico All.5 - Frequência da variável *Estação da Matrícula*

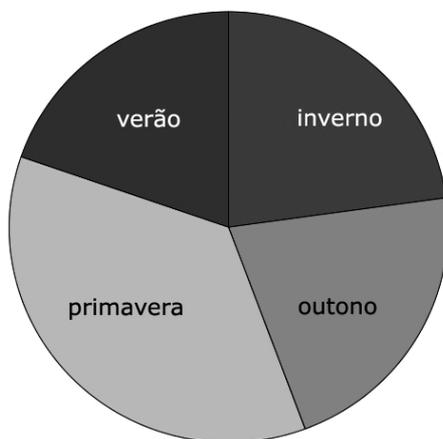


Gráfico All.6 - Frequência da variável *Matrícula em Período Quente*



Gráfico All.7 - Frequência da variável *Mês da Saída*



Gráfico All.8 - Frequência da variável *Estação da Saída*



Gráfico All.9 - Frequência da variável *Saída em Período Quente*



Gráfico All.10 - Frequência da variável *Permanência Mínima de Três Meses*



Gráfico All.11 - Frequência da variável *Permanência Mínima de Seis Meses*



Gráfico All.12 - Frequência da variável *Permanência Mínima de Nove Meses*

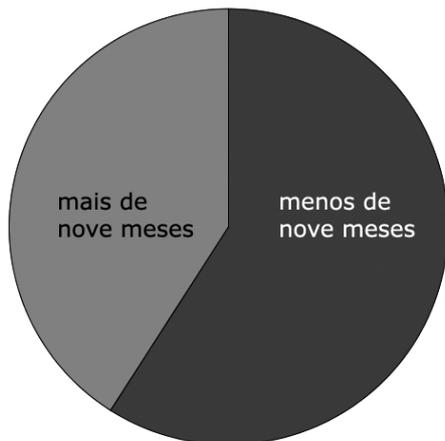


Gráfico All.13 - Frequência da variável *Distância Menor que 4,2 km*



ANEXO III

Aderência em Outros Estudos

Tabela AIII.1 - Fatores Influenciadores da Aderência em Outros Estudos

fatores influenciadores da aderência	estudos
importância da interação social apoio e elogio do instrutor flexibilidade individual na escolha dos objetivos estratégias de treinamento baseadas em distração e lazer	MARTIN <i>et al.</i> , 1984
melhora da forma física e da saúde aumento dos níveis de energia e de agilidade baixos níveis de dor e sofrimento nas atividades físicas aumento da resistência física	EMERY <i>et al.</i> , 1992
peso altura sintomas físicos angústia nível de tensão no dia a dia programa de atividade física sem custos para o participante local conveniente horários apropriados	KLONOFF <i>et al.</i> , 1994
tempo de reação força muscular uso de drogas psicoativas	WILLIAMS & LORD, 1995
atividades físicas realizadas na própria residência	PERRI <i>et al.</i> , 1997
estrutura do programa de exercícios IMC no início da pesquisa nível de estresse inicial	KING <i>et al.</i> , 1997
presença de um personal trainer incentivo financeiro	JEFFERY <i>et al.</i> , 1998
atividades físicas de intensidade vigorosa receber e-mails de motivação e aconselhamento	CASTRO <i>et al.</i> , 2001

facilidade de acesso ao local da atividade física	
oportunidades para a atividade	HUMPEL <i>et al.</i> , 2002
atributos estéticos do local da atividade	
menor intensidade de esforço	PERRI <i>et al.</i> , 2002
IMC	
percepção das próprias medidas do corpo	INGLEDEW & SULLIVAN, 2002
desejo de ter as medidas ideais	
treinar individualmente	
receber atenção de instrutores apenas por e-mail e telefone	HEESCH <i>et al.</i> , 2003
grupo supervisionado	
atividade de intensidade vigorosa	COX <i>et al.</i> , 2003
fumantes deprimidos no início do programa	PATTEN <i>et al.</i> , 2003
menor circunferência da cintura	
menores níveis de gordura intra-abdominal	
valores altos de VO ₂ máx	
atividade física de lazer nos três meses anteriores	
etnia branca não hispânica	IRWIN <i>et al.</i> , 2004
trabalho em período parcial	
maior participação em sessões supervisionadas de exercício	
maior participação nas aulas em grupo	
estágio do exercício	
intenção do exercício	
nível de qualidade de vida	COURNEYA <i>et al.</i> , 2004
nível de fadiga	
resultado do teste <i>leg-press</i> de levantamento de peso	
atividades físicas em conjunto	CYARTO <i>et al.</i> , 2006
contatos sociais e habilidades	
competição	
melhora da aptidão física	SIRARD <i>et al.</i> , 2006
benefícios sociais	
homens	
jovens	
maiores níveis de escolaridade	
maiores níveis de renda	BERRIGAN <i>et al.</i> , 2006
originários das ilhas do Pacífico	
brancos não hispânicos	

conforto durante o exercício	WEINBERG & GOULD, 2007
mulheres tratadas de câncer de mama	DALEY <i>et al.</i> , 2007
satisfação das necessidades psicológicas	EDMUNDS <i>et al.</i> , 2007
caminhada com pedômetro	MEROM <i>et al.</i> , 2007
valorização do amor-próprio	
motivação	
atividades físicas agradáveis	HUBERT <i>et al.</i> , 2008
melhora da imagem corporal	
benefícios à saúde	
presença de um apoio externo	COGHILL & COOPER, 2009
níveis de concentração	JOUPER & HASSMÉN, 2009