

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

LUCIANO DECIO PACHECO DE ALMEIDA PRADO NETO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA
ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS,
ADULTOS E IDOSOS**

BAURU
2013

LUCIANO DECIO PACHECO DE ALMEIDA PRADO NETO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA
ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS,
ADULTOS E IDOSOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva e como co-orientador Prof. Ms. Guilherme Augusto Martines.

BAURU
2013

P896d

Prado Neto, Luciano Decio Pacheco de Almeida

Desenvolvimento de um sistema especialista para avaliação da composição corporal de crianças, adultos e idosos / Luciano Decio Pacheco de Almeida Prado Neto -- 2013.
67f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva.

Coorientador: Prof. Me. Guilherme Augusto Martines.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Avaliação física. 2. Composição corporal. 3. Sistema especialista. I. Silva, Elvio Gilberto da. II. Martines, Guilherme Augusto. III. Título.

LUCIANO DECIO PACHECO DE ALMEIDA PRADO NETO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS,
ADULTOS E IDOSOS**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva
Universidade Sagrado Coração

Prof. Esp. André Luiz Ferraz Castro
Universidade Sagrado Coração

Prof. Esp. Henrique Pachioni Martins
Universidade Sagrado Coração

Bauru, 11 de dezembro de 2013.

RESUMO

Devido ao crescente aumento no número de doenças causadas pelo sedentarismo nos tempos atuais, tornou-se essencial a atividade física para os indivíduos, auxiliando na qualidade de vida e no controle de doenças. A avaliação física é de suma importância para uma análise detalhada do organismo, onde a partir da composição corporal determina-se o percentual de gordura do indivíduo. Este trabalho visou, através de um sistema especialista, maximizar a qualidade das avaliações da composição corporal aplicadas, organizar e facilitar o trabalho do avaliador, quanto a avaliação, e o desenvolvimento do treinamento aplicado aos indivíduos, além de motivar os avaliados com os resultados obtidos. O sistema foi desenvolvido na linguagem Java, como sistema gerenciador de banco de dados foi utilizado o PostgreSQL e como servidor de aplicação o Glassfish. Para maximizar as avaliações da composição corporal foram utilizadas técnicas de inteligência artificial, onde o sistema verifica os protocolos adequados ao cliente a ser avaliado, validando informações como sexo, idade e etnia, evitando assim uma escolha de protocolo inadequado ao cliente. Esse processo foi realizado através dos algoritmos de busca em amplitude e A*(A-estrela). Entre os diferenciais de outros sistemas da área, destacou-se a apresentação do histórico de avaliações do cliente no momento da realização de uma nova avaliação, onde mostra até as 3 últimas avaliações realizadas, apresentando o protocolo que foi utilizado, peso atual, percentual de gordura, pesos ideais, entre outras informações de grande utilidade para o avaliador, deixando visível a evolução do cliente dentro do treinamento aplicado.

Palavras Chave: Avaliação Física, Composição Corporal, Sistema Especialista.

ABSTRACT

Due to the growing increase in the number of diseases caused by sedentary lifestyle nowadays, it has become essential to physical activity for individuals, assisting in quality of life and disease control. The physical assessment is of paramount importance for a detailed analysis of the organism from which body composition determines the percentage of fat guy. This work aimed , using an expert system , maximize the quality of assessments of body composition applied, organize and facilitate the work of the evaluator , the evaluation , and development of training applied to individuals, in addition to motivating evaluated with the results. The system was developed in Java, as management system database postgresSQL and was used as the Glassfish application server. To maximize the assessments of body composition were used artificial intelligence techniques, where the system checks the protocols that are suitable for the client, validating information such as gender, age and ethnicity, thereby preventing the inappropriate choice of protocol to the client. This process was carried out through the search algorithms in amplitude and A * (A-star). Among the advantages of other systems in the area, highlighted by the presentation of the history of customer evaluations when performing a reassessment, which shows up the last 3 reviews performed, presenting the protocol that was used, current weight, body fat percentage ideal weights, and other information useful to the evaluator, leaving visible the evolution of the customer within the applied training.

Keywords: Physical review, Body Composition, Expert System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação índice de massa corporal	12
Figura 2 - Equipamento utilizado para pesagem hidrostática.....	20
Figura 3 - Tanita modelo Bc 730	21
Figura 4 - Omron modelo HBF 306c	22
Figura 5 - Adipômetro de Lange.....	24
Figura 6 - Adipômetro de Hardpenden	24
Figura 7 - Arquitetura simples de um banco de dados	28
Figura 8 - Limites do PostgreSQL	31
Figura 9 - Diagrama de entidades e relacionamentos.....	38
Figura 10 - Busca em amplitude pelos protocolos ideais	40
Figura 11 - Busca A* para buscar protocolos mais utilizados.....	41
Figura 12 - Dobra Cutânea Tricipital	52
Figura 13 - Dobra Cutânea Subescapular	52
Figura 14 - Dobra Cutânea do Biceps	52
Figura 15 - Dobra Cutânea Axilar Média	53
Figura 16 - Dobra Cutânea Supra-ílica.....	53
Figura 17 - Dobra Cutânea Torácica	53
Figura 18 - Dobra Cutânea Abdominal	54
Figura 19 - Dobra Cutânea da Coxa	54
Figura 20 - Dobra Cutânea Panturrilha medial	54
Figura 21 - Correção constantes de Siri, adaptado de Lohman	55
Figura 22 - Tabela referência % gordura para homens	58
Figura 23 - Tabela referência % gordura para mulheres	58
Figura 24 - Tabelas referência % de gordura para crianças.....	59
Figura 25 - Tela de acesso ao sistema.....	60
Figura 26 - Menu do Sistema	60
Figura 27 - Tela de cadastro dos avaliadores	61
Figura 28 - Tela de cadastro dos clientes.....	61
Figura 29 - Tela onde o avaliador vincula os protocolos a utilizar	62
Figura 30 - Tela da avaliação da composição corporal	63

Figura 31 - Exemplo de avaliação mostrando o histórico das 3 últimas avaliações do cliente	64
Figura 32 - Escolha do protocolo a ser utilizado na avaliação.....	65
Figura 33 - Informando as dobras cutâneas requeridas para o protocolo escolhido.	66
Figura 34 - Exemplo de avaliação com apenas 1 avaliação anterior registrada.....	67
Figura 35 - Resultado de uma avaliação	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACID	Atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade
A*	Algoritmo de busca A-estrela
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
DC	Densidade corporal
IA	Inteligência artificial
IDE	Ambiente integrado de desenvolvimento
IMC	Índice de massa corporal
JVM	Java virtual machine
MVC	Model-view-controller
MVCC	Controle de concorrência multiversionado
OMS	Organização mundial da saúde
PITR	Recuperação em um ponto no tempo
SGBD	Sistema de gerenciamento de banco de dados
WAL	Registrador de transações sequencial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	ATIVIDADE FÍSICA	16
4.2	SEDENTARISMO	17
4.3	OBESIDADE	17
4.4	AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	18
4.5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	19
4.5.1	AVALIAÇÃO DIRETA	19
4.5.2	AVALIAÇÃO INDIRETA	19
4.5.2.1	<i>PESAGEM HIDROSTÁTICA</i>	20
4.5.2.2	<i>BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA</i>	21
4.5.3	AVALIAÇÃO DUPLAMENTE INDIRETA	22
4.5.3.1	<i>ANTROPOMETRIA</i>	22
4.5.3.2	<i>DOBRAS CUTÂNEAS</i>	23
4.6	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	25
4.6.1	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVA	26
4.6.2	ORIENTAÇÃO A OBJETOS	26
4.6.3	NETBEANS	27
4.6.4	ARQUITETURA MVC	27
4.6.5	BANCO DE DADOS	28
4.6.5.1	<i>POSTGRESQL</i>	29
4.6.6	SERVIDORES DE APLICAÇÃO	31
4.6.6.1	<i>GLASSFISH</i>	32
4.7	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	33
4.7.1	ALGORITMOS DE BUSCA	34
4.7.1.1	<i>BUSCA EM AMPLITUDE OU LARGURA</i>	34
4.7.1.2	<i>BUSCA A* (A-Estrela)</i>	35
4.7.2	SISTEMAS ESPECIALISTAS	35
5	METODOLOGIA	37
5.1	RECURSOS	37
5.2	FERRAMENTAS UTILIZADAS	37
5.3	DESENVOLVIMENTO	39
5.3.1	ALGORITMOS DE BUSCA	39

5.3.2 DIFERENCIAIS	42
5.3.3 INTERFACE	43
6 RESULTADOS	44
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
8 TRABALHOS FUTUROS	45
9 REFERÊNCIAS	47
10 ANEXOS	52
10.1 FIGURAS DAS PRINCIPAIS DOBRAS CUTÂNEAS UTILIZADAS NOS PROTOCOLOS PARA DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	52
10.2 PROTOCOLOS PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	55
10.3 TABELAS DE REFERÊNCIA DO PERCENTUAL DE GORDURA.....	58
10.4 INTERFACE DO SISTEMA	60

1 INTRODUÇÃO

O sedentarismo é a principal causa do aumento da incidência de várias doenças. Hipertensão arterial, diabetes, obesidade, aumento do colesterol, infarto do miocárdio são alguns dos exemplos das doenças às quais o indivíduo sedentário se expõe. É considerado o principal fator de risco para a morte súbita, estando na maioria das vezes associado direta ou indiretamente às causas ou ao agravamento da grande maioria das doenças (BARROS NETO, 2009).

Segundo Barros Neto (2009) sedentarismo é definido como a falta, ausência e diminuição de atividades físicas ou esportivas e já é considerada como a doença do século, pois se trata de um comportamento induzido por hábitos decorrentes dos confortos da vida moderna. Não está associado necessariamente à falta de uma atividade esportiva, mas sim ao indivíduo que gasta poucas calorias por semana com atividades ocupacionais. O autor também cita um estudo realizado por alunos da Universidade de Harvard, onde o gasto calórico semanal define se o indivíduo é sedentário ou não. Para deixar de fazer parte do grupo dos sedentários o indivíduo deve gastar no mínimo 2.200 calorias semanais em atividades físicas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o sedentarismo está associado a 3,2 milhões de mortes por ano e a mais de 670 mil mortes prematuras (pessoas com menos de 60 anos).

Martins (2000) afirma que o estilo de vida sedentário vem acontecendo há dois séculos em razão da industrialização, pois as evoluções tecnológicas, urbanas e econômicas contribuem de maneira considerável para a sua ocorrência, com essa evolução cada vez mais as pessoas se alimentam com comidas industrializadas e procuram mais conforto no cotidiano, como controle remoto, videogame, carros e computadores. Borudulin et al. (2008) afirmam que a modernidade mudou profundamente a forma como as pessoas executam seus trabalhos, cuidam das casas e utilizam o tempo livre, levando à inatividade.

Andersen et al. (1998) argumentaram que com o alto índice de sedentarismo e as mudanças nos hábitos alimentares ao longo das últimas décadas o risco de crianças e adolescentes adquirirem obesidade é muito grande.

Obesidade segundo a Organização mundial da saúde (2000) pode ser definida como uma doença crônica, resultante do acúmulo anormal ou excessivo de

gordura corporal sob a forma de tecido adiposo, resultando graves prejuízos à saúde.

Nas projeções efetuadas, em 2008 pela OMS, cerca de 1,5 bilhões de adultos acima dos 20 anos de idade possuem excesso de peso no mundo, sendo que cerca de 200 milhões de homens e 300 milhões de mulheres são obesos. Espera-se que no ano de 2015 esse número suba para os 2,3 bilhões de adultos com excesso de peso e 700 milhões de obesos. No Brasil segundo a OMS, cerca de 52,8% da população com mais de 20 anos de idade tem excesso de peso e 19,5% estão com obesidade classe I, conforme tabela do IMC que podemos ver na Figura 1.

O excesso de peso é um fator de risco para vários problemas de saúde, tendo relação com o desenvolvimento de litíase biliar, de osteoartrite e de alguns tipos de câncer, como gastrointestinais, colecistopatias, de cólon, de reto, de próstata, de mama, de ovário, endométrio, incluindo distúrbios metabólicos, gota, doenças pulmonares, preconceito, discriminação, que levam a efeitos psicológicos, insatisfação com o corpo e distúrbios alimentares. Além disso, a obesidade é um fator de risco para apneia do sono, refluxo esofagofaríngeo e hérnia de hiato (OMS, 2006).

O índice de massa corporal (IMC) é considerado a medida mais indicada para classificar a quantidade de gordura corporal em adultos, podendo ser usado para estimar a prevalência de obesidade em uma dada população e os riscos associados a ela segundo a OMS, 2000. O excesso de peso é classificado pela OMS como segue a Figura 1:

IMC	CLASSIFICAÇÕES
18,5 - 24,9	Peso normal
25,0 - 29,9	Excesso de peso
30,0 - 34,9	Obesidade classe I
35,0 - 39,9	Obesidade classe II
Maior ou igual a 40,0	Obesidade classe III

Figura 1 - Classificação índice de massa corporal

Fonte: OMS (2000)

Nota: Adaptado pelo autor (2013)

Entretanto, Neto (2005) relata que os resultados encontrados a partir do IMC não indicam a qualidade do peso, pois usa apenas a massa corporal e a estatura no seu cálculo, sem discriminar quais as quantidades de massa muscular, gordura e massa óssea. Neste sentido, o fator IMC não é um indicador recomendado para avaliação da composição corporal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Composição corporal é a proporção entre os diferentes componentes corporais e a massa corporal total, sendo normalmente expressa pelas porcentagens de gordura e de massa magra. Pela avaliação da composição corporal, pode-se, além de determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa, utilizar os dados obtidos para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento de crianças e jovens e o estado dos componentes corporais de adultos e idosos (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Para a avaliação da composição corporal existem os métodos diretos e indiretos, sendo que no Brasil existem os métodos duplamente indiretos. Todos serão declarados a partir do tópico 4.5, porém o foco do meu trabalho será o método duplamente indireto da avaliação da composição corporal por dobras cutâneas.

Devido à série de problemas apresentados, a avaliação física entra como um fator de grande importância, pois é por meio dela que se identifica possíveis fatores de risco relacionados a saúde e a prática de exercícios físicos, podendo ser traçadas metas e elaborar um programa de treinamento de acordo com os principais objetivos do indivíduo avaliado. Junqueira (2012) vai além, dizendo que as avaliações devem ser periódicas e sucessivas, permitindo uma comparação para que possamos acompanhar o progresso do avaliado com precisão, sabendo se houve evolução positiva ou negativa. Dessa forma, é possível reciclar o programa de treinamento e estabelecer novas metas.

Marins e Giannichi (2003), afirmam que a avaliação física pode servir para vários objetivos, como por exemplo: diagnosticar, verificar o progresso do indivíduo, classificar, selecionar indivíduos, manter padrões de performance física esperados com o treinamento, motivar o indivíduo e, por fim, servir como diretriz para as pesquisas científicas em Educação Física.

É de extrema importância elevar o grau de motivação das pessoas em praticar atividades físicas, existem diversos fatores para despertar essa motivação, um deles segundo Pemberton, Mc'Swegin (1993) é quando o indivíduo tem a

percepção da auto-eficácia na realização de atividades; baseado nisso o *software* mostrará os resultados das avaliações, apontando a evolução da pessoa, e do treinamento realizado.

Com o *software* um profissional de educação física terá possibilidade de avaliar, monitorar as eficiências do treinamento aplicado e acompanhar possíveis riscos de doenças hipocinéticas¹. Tudo de forma informatizada deixando seu trabalho muito mais prático, minimizando a margem de erro das avaliações.

¹ Doenças associadas pela falta de movimento, isto é, causadas ou que podem ser agravadas pela ausência ou insuficiência de atividades físicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema especialista, capaz de maximizar a qualidade das avaliações da composição corporal por dobras cutâneas aplicadas aos indivíduos, adaptando-os ao programa de treinamento físico.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Auxiliar na identificação dos riscos de saúde relacionados a níveis de gordura corporal, com base nos percentuais de gordura calculados nas avaliações.
- Visualizar através dos históricos de avaliações apresentados no *software* a eficiência das intervenções de exercícios físicos na mudança da composição corporal.
- Com base em algoritmos de busca, auxiliar o avaliador na avaliação da composição corporal por dobras cutâneas, evitando utilizar protocolos inadequados para os indivíduos.

3 JUSTIFICATIVA

Devido aos inúmeros protocolos disponíveis para avaliação da composição corporal por dobras cutâneas, onde a utilização de cada um depende de uma série de fatores, tais como sexo, idade, soma de dobras, etnia, etc., o avaliador muitas vezes erra na escolha, fazendo com que se comprometa toda a avaliação, e até atrapalhando na evolução do indivíduo avaliado, e isto justifica esse trabalho, de forma a organizar e facilitar o trabalho do avaliador através do *software*, quanto à avaliação da composição corporal e o desenvolvimento do treinamento aplicado em indivíduos, de forma a minimizar a margem de erro das avaliações realizadas, visando melhorar à saúde e conseqüentemente motivar os indivíduos na busca por melhor qualidade de vida através dos resultados alcançados, afastando ao máximo o aparecimento de fatores de risco de doenças hipocinéticas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ATIVIDADE FÍSICA

Atividade física é definida, segundo Carpersen (1995), como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulta em gasto energético maior que os níveis de repouso.

Katch e McArdle (1996) preconizam que a prática de exercícios físicos regulares é fator determinante para o aumento da expectativa de vida, trazendo inúmeros benefícios, físicos e psicossociais, entre eles aumento da força muscular, melhora do condicionamento cardiorrespiratório, redução da gordura corporal, aumento da densidade óssea, melhora do humor e da autoestima, redução da ansiedade e da depressão. Sendo importante também na prevenção e tratamento de várias patologias como obesidade, hipertensão, diabetes, osteoporose, cardiopatias, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica e alguns tipos de câncer (ALLENDER; COWBURN; FOSTER, 2006; ALVES et al. 2005; AZEVEDO et al. 2008; BARETTA; BARETTA; PERES, 2007; CARVALHO et al. 1996; LOPES et al. 2010; SALLES-COSTA et al. 2003; ZAITUNE et al. 2007).

A Organização Mundial da Saúde, com base em 2008, estima que a inatividade física (falta dela) contribua para cerca de dois milhões de mortes anuais no mundo, levantando que 60% da população mundial não praticam atividade física suficiente, sendo que no Brasil, crianças com mais de 15 anos de idade, em média 49,4% não praticam atividades físicas suficientes, 47,2% do sexo masculino e 51,6% do sexo feminino.

A diminuição da inatividade física teria grande impacto nos custos dos serviços de saúde e na melhoria da saúde da população (SIQUEIRA et al. 2008).

Segundo Martinez (1998) a falta de atividade física do ser humano vem despertando interesse e dedicação na investigação de muitos epidemiologistas, que a cada dia comprovam mais os riscos que representam para uma pessoa a falta de uma atividade física regular.

O sedentarismo deixou de ser uma preocupação meramente estética para se transformar num problema grave de saúde pública.

4.2 SEDENTARISMO

Os avanços constantes da tecnologia têm contribuído tanto para reduzir o nível de atividade física quanto para aumentar o comportamento sedentário. O aumento no uso da tecnologia nos ambientes domésticos, escola e trabalho resultam em uma mudança social, econômica e cultural na vida das pessoas. Isso ocorre por diversas razões, como a facilidade de comunicação, do deslocamento, de execução de tarefas e outros atributos relacionados à economia do tempo e também a melhor qualidade ou diversidade de atividades de entretenimento (KATZMARZYK et al., 2009).

Vasques e Lopes (2009) relatam que elevadas prevalências de sedentarismo - de 41,6% a 95,4% em municípios brasileiros - e sua associação com fatores de risco para morbidades, como as doenças coronarianas, obesidade, diabetes mellitus, osteoporose e algumas formas de câncer; indicam a importância de realizar intervenções na tentativa de modificar alguns hábitos do cotidiano.

O sedentarismo está se tornando uma epidemia mundial, levando a prevalência de excesso de peso e obesidade na população (MATSUDO; MATSUDO, 2007).

4.3 OBESIDADE

A obesidade é uma doença de evolução crônica, responsável por elevadas taxas de mortalidade e morbidade, vem atravessando fronteiras e afetando milhões de pessoas em todo o mundo, sem respeitar idade e sexo. Fortemente influenciada pelos aspectos sócio-culturais e causadas por múltiplos fatores, tais como: genéticos, neuroendócrinos, metabólicos, dietéticos, ambientais, sociais, familiares e psicológicos (BARROS, 1990; PIZZINATO, 1992).

Johansson et al. (2009) afirmam que o aumento da prevalência de sobrepeso e obesidade em idades cada vez mais precoces tem despertado a preocupação de pesquisadores e profissionais da área de saúde, em razão dos danos e agravos à saúde provocados pelo excesso de peso, tais como hipertensão arterial, cardiopatias, diabetes, hiperlipidemias, entre outras. Essas doenças crônicas,

relacionadas à obesidade, vêm sobrecarregando o sistema de saúde com a necessidade de atendimento (ABESO, 2000).

A atividade física sistematizada se torna um importante fator na manutenção do bem estar, e controle das diversas doenças causadas pela obesidade (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

4.4 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

A medição da composição corporal torna-se primordial em termos de condição física, pois esta avalia a quantidade total e regional de gordura corporal. Heyward e Stolarczyk (2000) relatam que a composição corporal pode ser utilizada para vários fins, tais como:

- Identificar riscos de saúde relacionados a níveis excessivamente altos ou baixos de gordura corporal total.
- Identificar riscos de saúde relacionados ao acúmulo excessivo de gordura intra-abdominal.
- Proporcionar a percepção sobre os riscos de saúde associados à falta ou ao excesso de gordura corporal.
- Monitorizar mudanças na composição corporal associadas a certas doenças.
- Avaliar a eficiência das intervenções nutricionais e de exercícios físicos na alteração da composição corporal.
- Estimar o peso corporal ideal de atletas e não atletas.
- Formular recomendações dietéticas e prescrições de exercícios físicos.
- Monitorizar mudanças na composição corporal relacionadas ao crescimento, desenvolvimento, maturação e idade.

A avaliação da composição corporal para o atleta é de grande importância, como exemplo, valores acima ou abaixo da média de gordura corporal representam uma diminuição do rendimento. As adaptações influenciadas pela atividade física são exemplificadas pelos atletas de elite que apresentam valores extremos da composição corporal, diferindo de acordo com cada modalidade. Os atletas de modalidades que exigem a movimentação do próprio corpo (corredores de longa distância) em geral têm índices baixos de percentual de gordura, ocorrendo o

contrário com atletas que não necessitam transportar o peso do próprio corpo (levantadores de peso) (PARIZKOVÁ, 1982).

Pesquisas revelam que a forma como a gordura é distribuída no corpo é um fator mais importante para determinar o risco para a saúde do que o percentual total de gordura. O tipo andróide², onde ocorre o acúmulo de gordura na porção central do corpo é o que causa maior risco à saúde quando comparado ao tipo ginóide³, onde o acúmulo de gordura se dá preferencialmente nas regiões periféricas do corpo (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

4.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para avaliação da composição corporal existem os métodos diretos e indiretos, sendo que no Brasil existem também os métodos duplamente indiretos (QUEIROGA, 2005).

4.5.1 AVALIAÇÃO DIRETA

Segundo Costa (2001), a única metodologia considerada direta é a dissecação de cadáveres. Nesse método procede-se à separação dos diversos componentes estruturais do corpo humano, com o intuito de verificar a sua massa isoladamente e estabelecer relações entre os diversos componentes e a massa corporal total. Dessa forma, podemos perceber porque há tão poucos estudos tendo como base este método, pois é uma metodologia de difícil consecução.

4.5.2 AVALIAÇÃO INDIRETA

Estes métodos são aqueles em que não há manipulação dos componentes separados, pois realizam estimativas a partir de princípios químicos e físicos com base na extrapolação das quantidades de gordura e de massa magra. Várias são as técnicas utilizadas para a mensuração da gordura corporal indiretamente. Dentre

² Tipo de Obesidade onde ocorre maior acúmulo de gordura na região abdominal, tipo mais comum em homens.

³ Tipo de Obesidade onde ocorre maior acúmulo de gordura na região dos quadris e coxas, tipo mais comum em mulheres.

elas estão a pesagem hidrostática, a medida de pregas cutâneas e das circunferências, raios X, condutividade elétrica corporal total ou impedância, na interação quase infravermelha, na ultrassonografia, na tomografia computadorizada e no imageamento por ressonância magnética (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2001).

4.5.2.1 PESAGEM HIDROSTÁTICA

Baseada na relação entre a densidade de um corpo com a densidade da água. Sendo determinado pelo princípio de Arquimedes, onde determinado objeto quando imerso em líquido, perde um peso igual ao deslocado por este, determinando assim sua densidade (FOSS; KETEVIAN, 2000).

A determinação da composição corporal por pesagem hidrostática é raramente utilizada em situações de campo, pois são necessários técnicos altamente treinados e equipamentos laboratoriais caros (Baumgartner e Jackson, 1995). A Figura 2 mostra um modelo de equipamento utilizado para pesagem hidrostática:



Figura 2 - Equipamento utilizado para pesagem hidrostática
Fonte: Heyward; Stolarczyk (2000)
Nota: Adaptado pelo autor (2013)

4.5.2.2 BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA

A Impedância bioelétrica ou bioimpedância elétrica é outra forma de se analisar a composição corporal. Começou a ser estudada em 1962 por Thomasett. Consiste em avaliar a densidade corporal através da velocidade que o fluxo elétrico passa pelo corpo, onde a corrente elétrica é facilitada pelo tecido isento de gordura e água extracelular e o contrário ocorre perante o tecido adiposo (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2001; HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

A validade e a precisão são influenciadas por vários fatores, como tipo de instrumento, colocação do eletrodo, nível de hidratação, alimentação, prática de exercícios anteriores ao teste, ciclo menstrual, temperatura ambiente e equação de predição (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

A Tanita (Figura 3) e o Omron (Figura 4) são exemplos de equipamentos comercializados que utilizam o fluxo da corrente elétrica para estimar o percentual de gordura corporal.



Figura 3 - Tanita modelo Bc 730
Fonte: TANITA (2013)



Figura 4 - Omron modelo HBF 306c
Fonte: OMRON (2013)

4.5.3 AVALIAÇÃO DUPLAMENTE INDIRETA

Estes métodos se baseiam em um método de referência indireto, como são as técnicas de avaliação da composição corporal por dobras cutâneas, circunferências, diâmetros corporais e bioimpedância elétrica, que são, coletivamente, conhecidos como métodos de campo, pois são de utilização prática em diferentes circunstâncias e ambientes e de custo operacional mais acessível (QUEIROGA, 2005).

4.5.3.1 ANTROPOMETRIA

É a ciência que estuda e avalia as medidas de tamanho, peso e proporções do corpo humano (COSTA, 2001). Dentro dela encontramos medidas de peso e altura, diâmetros e comprimentos ósseos, espessuras das dobras cutâneas, a partir das quais se desenvolvem equações de predição da composição corporal e valores de referência para populações específicas, circunferência e alguns índices, dentre eles, índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade e índice da relação cintura e quadril.

Costa (2001) afirma que devido ao baixo custo operacional e à relativa simplicidade de utilização, os métodos antropométricos são aplicáveis a grandes amostras e podem proporcionar estimativas nacionais e dados para análise de mudanças. Podendo ser usada para identificar indivíduos em risco de doenças, sendo indicada para pesquisas epidemiológicas de larga escala e propósitos clínicos (NOBRE, 1995).

Heyward e Stolarczyk (2000) preconizam que a exatidão e a fidelidade das medidas antropométricas podem ser afetadas por:

- Equipamento.
- Habilidade do avaliador.
- Fatores individuais.
- Equação de predição utilizada.

Quando se trata de equações para estimar a composição corporal as medidas antropométricas mais utilizadas são as pregas de gordura subcutânea (GUEDES; GUEDES, 1998).

Costa (1996) relata que existem dezenas de equações para estimar a composição corporal, contudo, para evitar erros de estimação acentuados, é fundamental selecionar uma equação cujas características da população que a validou sejam semelhantes às da amostra que se pretende estudar.

4.5.3.2 DOBRAS CUTÂNEAS

A técnica antropométrica mediante a mensuração das dobras cutâneas fornece informações significativas sobre a gordura corporal e sua distribuição. Mede-se indiretamente a espessura de duas camadas de pele e a gordura subcutânea adjacente. Essas medidas das dobras para estimar o percentual de gordura corporal baseiam-se no fato de que aproximadamente 50% da gordura contida no corpo se localizam imediatamente sobre a pele (KATCH; MCARDLE, 1984).

Katch e McArdle (1984) apontam duas formas de utilização das dobras cutâneas:

- Resultado da soma das medidas, para indicar teores relativos de gordura entre indivíduos, e também para verificar mudanças no conteúdo de gordura corporal antes e depois de um programa de treinamento físico.
- Conjunto de equações matemáticas, concebidas para a avaliação da densidade corporal ou do percentual de gordura, sendo que são específicas para cada grupo populacional.

Segundo Heyward e Stolarczyk (2000), aproximadamente 3 a 9% da variabilidade em medidas de dobras cutâneas podem ser atribuídas a erro de medida devido a diferenças entre avaliadores. Para que a diferença seja a menor possível deve haver uma padronização dos procedimentos da medição, com relação a marcação do local do medidor (adipômetro) e bom conhecimento das localizações anatômicas.

As dobras cutâneas são medidas através de um instrumento chamado adipômetro, cujas normas de construção estão padronizadas. Entre os mais utilizados destacam os adipômetros de Lange (Figura 5) e de Hardpenden (Figura 6). Hoje em dia existem vários tipos de adipômetros no mercado, uns mais em conta, outros não, de diferentes materiais, tem que ter um cuidado, pois eles devem exercer uma pressão constante de 10 g/mm² sobre a pele e permitirem leituras até às décimas de milímetro, para uma boa medição, outra medida é ao longo das avaliações sempre usar o mesmo adipômetro (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).



Figura 5 - Adipômetro de Lange
Fonte: SAUDESOP (2013)



Figura 6 - Adipômetro de Hardpenden
Fonte: CARDIOMED (2013)

Também tem influência, os fatores individuais, Heyward e Stolarczyk (2000) afirmam que a variabilidade das pregas adiposas entre indivíduos pode ser atribuída

não apenas à diferença na quantidade de gordura subcutânea no local, mas a diferença na espessura da pele, compressibilidade do tecido adiposo, manuseio e nível de hidratação. Para tal é necessário ter alguns cuidados como não medir:

- Imediatamente após o exercício físico.
- Nas mulheres, durante o período menstrual, devido a retenção de água, pois aumenta a espessura da prega.

Outro fator muito importante, é sobre a equação de predição utilizada, pois devem ser selecionadas com base na idade, sexo, etnia e nível de atividade física (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

MCARDLE e KATCH e KATCH (2001), afirmam que as pregas mais comuns são: tríceps, subescapular, supra-ílica, abdominal, e parte superior da coxa, sendo todas do lado direito do corpo, estando indivíduo em pé. As pregas menos comuns de serem utilizadas são na panturrilha, porção medial lateral e posterior e no tórax próximo à axila, somente para homens. Segue em anexo as figuras com as pregas mais utilizadas.

4.6 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Segundo Polloni (2000), sistema de informação pode ser definido como qualquer sistema utilizado para prover informações, qualquer que seja sua utilização. Do ponto de vista mais técnico, como um conjunto de programas e de estruturas de dados. As preocupações dos desenvolvedores e dos usuários têm sido não só nos dados em si, mas também, em informações agregadas envolvidas no processo de tomada de decisão. Os sistemas evoluíram para acompanhar a gerência de negócios.

A proliferação dos computadores, a redução dos custos e a crescente facilidade de uso gerada pela evolução tecnológica vêm colocando os computadores em novos papéis. Antes utilizados exclusivamente para automatizar rotinas operacionais, os computadores ampliaram suas áreas e níveis de atuação, informatizando as organizações. Em decorrência, as interações se tornaram muito mais amplas e complexas, fazendo com que as organizações repensem suas estruturas funcionais (FREITAS, 1996).

4.6.1 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVA

A linguagem Java começou a ser criada em 1991, na Sun Microsystems. Teve início com o projeto chamado Green Project, com os mentores Patrick Naughton, Mike Sheridan e James Gosling, visava o desenvolvimento de aplicativos para convergência entre computadores e aparelhos eletrodomésticos. A primeira invenção da equipe foi o *Star Seven*, um controle remoto com interface *touchscreen*. A princípio a linguagem utilizada chamava-se Oak, porém, descobriram que o nome já era utilizado para uma linguagem, então por volta de 1995, decidiram trocar o nome para Java, em homenagem a ilha de Java de onde vinha o café consumido pela equipe. Com a explosão da internet, resolveram adaptar sua linguagem para internet.

A tecnologia Java teve enorme utilização, grandes empresas como a IBM, anunciaram que dariam suporte ao Java. Segundo Moraes (2009), devido ao seu desempenho e adaptabilidade, a linguagem teve um crescimento meteórico, chegando em 2003 a casa de 4 milhões de desenvolvedores. A ideia inicial do Green Project começou a se concretizar, onde a linguagem deles passou a ser utilizada em dezenas de produtos diferentes, computadores, celulares, *palmtops* e produtos da Apple.

Morgan (2000), destaca que dentre as diversas vantagens no desenvolvimento com a plataforma Java, uma bastante relevante é a sua portabilidade, Java não se trata de uma linguagem específica para um determinado sistema operacional, diferentemente das tecnologias .NET, aplicáveis somente ao ambiente Windows. Por não possuir um compilador, mas sim uma máquina virtual (JVM - Java virtual machine) responsável pela transformação de pacotes em bibliotecas independentes, pode ser implementadas em qualquer ambiente de trabalho.

4.6.2 ORIENTAÇÃO A OBJETOS

A linguagem Java é totalmente favorável ao conceito de orientação a objetos, tornando isso fácil e dinâmico.

Araújo (2008) relata que uma das características principais da programação orientada a objetos é a capacidade de reutilização de código, ou seja, otimização da produtividade. Além de deixar bem fácil as manutenções nos projetos.

4.6.3 NETBEANS

A IDE ⁴ NetBeans é uma aplicação de código aberto, para ajudar no desenvolvimento em diferentes plataformas, utilizando tecnologia Java para isto. Por ser um *software* totalmente gratuito e produzido pela Oracle, proprietária do Java.

4.6.4 ARQUITETURA MVC

A arquitetura MVC(Model-View-Controller) é um padrão de arquitetura de *software* que consiste em separar a camada de negócio da *interface* com o usuário, facilitando assim, o desenvolvimento e futuras mudanças no sistema. Freitas et al. (2003) afirmam que a grande vantagem em utilizar esse tipo de padrão é que permite manter o núcleo funcional do sistema independente da *interface*. Assim as funcionalidades internas podem permanecer estáveis, mesmo quando a *interface* necessita ser alterada para adaptar a novas plataformas e dispositivos de interação.

Minetto (2007) declara que o padrão MVC por separar as etapas do desenvolvimento de *software* contribui para o trabalho em equipe e para a especialização de cada profissional em uma determinada área.

Segundo Buschmann et al. (1996), o padrão MVC estrutura o *software* em três camadas:

- Model: Camada de dados do domínio da aplicação.
- View: Camada de apresentação, frequentemente corresponde a interfaces gráficas.
- Controller: Camada de processamento lógico. Trata interações com a view e gerencia alterações nos dados modelados na camada model.

⁴ Ambiente integrado de desenvolvimento.

4.6.5 BANCO DE DADOS

Banco de dados é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico, ou seja, sempre que for possível agrupar informações que se relacionam e tratam de um mesmo assunto, pode-se chamar de banco de dados. Sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é um *software* que possui recursos capazes de manipular as informações do banco de dados e interagir com o usuário. O SGBD também controla o acesso dos usuários, definindo diferentes níveis, por exemplo, usuários que só tem permissão de consulta, ou de inclusão, alteração, exclusão. Ele também pode realizar *backups* automáticos, testes para verificação de integridade física ou estrutura de dados. Como exemplo de SGBD's temos Oracle, SQL Server, DB2, PostgreSQL, MySQL entre muitos outros (KORTH; SUDARSHAN; SILBERSCHATZ, 2006).

A Figura 7 mostra a arquitetura simples de um banco de dados:

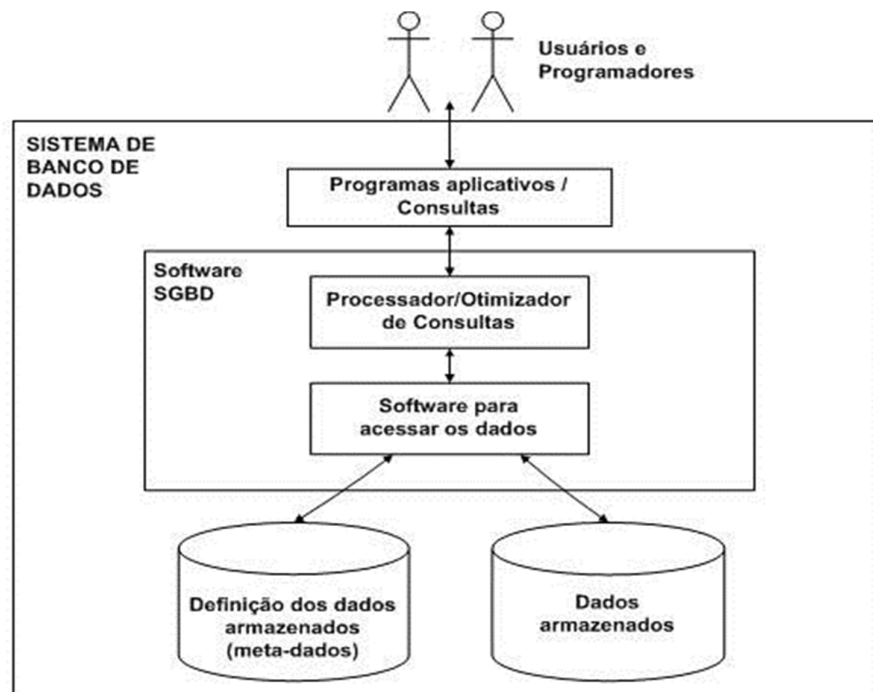


Figura 7 - Arquitetura simples de um banco de dados
Fonte: KORTH; SUDARSHAN; SILBERSCHATZ (2006)

Fanderuff (2003) define as principais características dos SGBD's como:

- **Integridade:** Evitar que um determinado código em uma relação não tenha correspondência em outra relação. Cita como exemplo uma disciplina relacionada em um histórico escolar sem a sua descrição na tabela disciplina.
- **Consistência:** Armazenamento da informação, com acesso descentralizado e compartilhado a vários sistemas, onde as atualizações dessas informações são registradas em todos os sistemas.
- **Segurança:** Define para cada usuário o nível (leitura, gravação, sem acesso) de acesso a informação. Impede que as pessoas não autorizadas tenham acesso aos dados.
- **Restauração:** Implica que o SGBD deve apresentar facilidade para recuperar falhas de hardware e *software*, através de arquivos de backup (cópia de segurança) ou de outros recursos.
- **Não Redundância:** Armazenar a informação em um único local não existindo a duplicação dos dados.
- **Padronização dos dados:** Permite que as informações sejam padronizadas seguindo um determinado formato de armazenamento.
- **Concorrência:** Permite acesso simultâneo aos dados por mais de um usuário mantendo a consistência e integridade da base de dados.
- **Consultas:** Permitem recuperar (visualizar) dados de várias maneiras.

4.6.5.1 POSTGRESQL

É um sistema gerenciador de banco de dados de código aberto, e segundo Documentação do PostgreSQL 8.0 (2005) foi baseado no Postgres versão 4.2 desenvolvido pelo departamento de ciência da computação da universidade da Califórnia em Berkeley, o qual foi pioneiro em vários conceitos que somente se tornaram disponíveis muito mais tarde em alguns sistemas de banco de dados comerciais.

PostgreSQL (2011) declara que o PostgreSQL tem mais de 15 anos de desenvolvimento ativo e uma arquitetura que comprovadamente ganhou forte

reputação de confiabilidade, integridade de dados e conformidade a padrões. Roda em todos os grandes sistemas operacionais, incluindo GNU/Linux, Unix (Mac OS X, Solaris), e MS Windows. É totalmente compatível com ACID⁵, tem suporte completo a chaves estrangeiras, junções(*joins*), visões, *triggers* e procedimentos armazenados (em múltiplas linguagens). Inclui a maior parte dos tipos de dados do ISO SQL:1999, incluindo *integer*, *numeric*, *boolean*, *char*, *varchar*, *date*, *interval* e *timestamp*. Suporta também o armazenamento de objetos binários, incluindo figuras, sons ou vídeos. Possui interfaces nativas de programação para C/C++, Java, Net, Perl, Python, Ruby, ODBC, entre outros, e uma excepcional documentação.

Como um banco de dados de nível corporativo, o PostgreSQL possui funcionalidades sofisticadas como o controle de concorrência multiversionado (MVCC⁶), recuperação em um ponto no tempo (PITR), *tablespaces*, replicação assíncrona, transações agrupadas (*savepoints*), *backup online*, um sofisticado planejador de consultas e registrador de transações sequencial (WAL) para tolerância a falhas (POSTGRESQL, 2011).

PostgreSQL (2011) afirma ainda, que é altamente escalável, tanto na enorme quantidade de dados que pode gerenciar, quanto no número de usuários concorrentes que pode acomodar. Existem sistemas ativos com PostgreSQL em ambiente de produção que gerenciam mais de 4TB de dados. A Figura 8 ilustra alguns dos limites do PostgreSQL:

⁵ Refere-se a integridade das transações (atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade).

⁶ *Multiversion Concurrency Control* (Controle de concorrência de multiversão) cada transação enxerga um instantâneo dos dados, como este era a um tempo atrás, sem levar em consideração o estado corrente. Isso protege a transação de dados inconsistentes em casos de transações simultâneas.

Tamanho Máximo do Banco de Dados	Ilimitado
Tamanho máximo de uma Tabela	32 TB
Tamanho Máximo de uma Linha	1.6 TB
Tamanho Máximo de um Campo	1 GB
Máximo de Linhas por Tabela	Ilimitado
Máximo de Colunas por Tabela	250–1600 dependendo do tipo de coluna
Máximo de Índices por Tabela	Ilimitado

Figura 8 - Limites do PostgreSQL

Fonte: PostgreSQL (2011)

Nota: Adaptado pelo autor (2013)

4.6.6 SERVIDORES DE APLICAÇÃO

Servidores de aplicação são *softwares* responsáveis por fornecer toda uma infraestrutura de serviços para o desenvolvimento e execução de uma aplicação distribuída. Uma de suas vantagens em relação ao modelo cliente-servidor é a de oferecer serviços implementados por eles e que estão disponíveis aos desenvolvedores, fazendo com que se dediquem mais no desenvolvimento da lógica de negócio do que com aspectos de infraestrutura. Em geral esses serviços diminuem a complexidade do desenvolvimento, controlam o fluxo de dados, aprimoram o desempenho e gerenciam a segurança (APPLICATION SERVERS, 2003).

Segundo Application servers (2003) os servidores de aplicação priorizam o compartilhamento de componentes e aplicações, fazendo assim com que seja mais fácil o desenvolvimento, manutenção e gerenciamento de sistemas complexos. Em geral, rodam em vários sistemas operacionais, como Solaris, Linux e Windows, o que permite que seja possível o desenvolvimento em uma plataforma e sua publicação para produção em outra. Algumas características além das já citadas são:

- Tolerância a falhas: Através de políticas para recuperação e distribuição de componentes em clones dos servidores.
- Balanceamento de carga: Com a análise da carga nos servidores permite a distribuição de clientes de forma a maximizar a utilização dos recursos disponíveis.
- Gerenciamento dos componentes: Através de ferramentas para a manipulação de componentes e serviços, tais como gerenciamento de sessão, notificação, distribuição da lógica de negócios.
- Gerenciamento de transações: Garante a integridade da transação em ambientes distribuídos.
- Console de gerenciamento: Permite o gerenciamento de vários servidores de aplicação através de um único sistema gráfico.
- Segurança: Garante a segurança da aplicação.

4.6.6.1 GLASSFISH

O servidor de aplicação Glassfish foi lançado pela Sun Microsystems em junho de 2005 e atualmente se encontra na versão 4.0. Pode rodar aplicação não somente em Java, mas também em outras linguagens. Por ser um produto criado pela Sun e atualmente mantido pela Oracle, tem 100% de compatibilidade com a linguagem Java.

Ele possui código aberto e atualmente, os seus defensores afirmam que o é mais produtivo, pois consegue ter as funcionalidades de Jboss⁷ e um tempo de inicialização bem rápido, comparável a um Tomcat, além de uma excelente integração com IDE's como o NetBeans, que tem uma parte de seu ambiente de integração no modo visual.

Segundo Jefferson (2008), ele oferece muitas facilidades, que vão desde a gerência de aplicações que estão hospedadas, de forma *online*, facilitadores para *deploy*⁸ e *undeploy*⁹ de aplicações, até a gerência completa de *pools* de conexão de banco de dados. E tudo isso pode ser feito através de uma página de gerenciamento do servidor.

⁷ Servidor de aplicação de código fonte aberto.

⁸ Instalação da aplicação no servidor de aplicações.

⁹ Desinstalação da aplicação no servidor de aplicações.

4.7 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Bottino e Laurentini (2001) definem a inteligência artificial (IA) como um segmento da ciência da computação que propõe diversas técnicas e recursos no desenvolvimento de programas inteligentes, ou seja, capazes de tomar uma decisão semelhante ao ser humano.

Plemenos e Miaoulis (2009) declaram que as principais características dos programas de IA são:

- Manipulação de conceitos: São capazes de processar conceitos e não apenas dados numéricos.
- Uso de heurísticas: Frequentemente utilizam métodos heurísticos para resolver problemas em que nenhuma solução pode ser obtida através de algoritmos conhecidos. Estes métodos não garantem que a melhor solução será encontrada, mas oferece uma probabilidade elevada de encontrar uma boa solução.
- Representação do conhecimento: Diferentemente dos outros programas, o conhecimento em programas com IA é representada de forma explícita.
- Pode permitir dados imprecisos: Dependendo do método de tomada de decisão adotado suporta dados imprecisos ou incompletos.
- Permitem múltiplas soluções: Quando um dado é impreciso, a resolução do problema pode ser dada de diversas maneiras.
- Capacidade de aprende: Sistemas inteligentes deve integrar mecanismos de aprendizado da máquina, a fim de ter raciocínio o mais próximo da capacidade humana.

Luger (2004) afirma que as duas preocupações fundamentais em IA são a representação do conhecimento e a busca.

4.7.1 ALGORITMOS DE BUSCA

Dentro da IA existem vários subgrupos de estudos, entre eles estão "otimização e busca", Russel e Norvig (2004) definem como algoritmos de busca como responsáveis por encontrar uma sequência de ações para a resolução de um impasse ou problema, quando uma simples ação não é suficiente para resolvê-lo. Algoritmos de busca funcionam da seguinte maneira: Recebe um problema, faz uma busca em todo o espaço de busca, acha as melhores saídas, ou seja relaciona as ações mais eficientes para a resolução do problema, elimina as ações que não satisfazem, retorna a solução através de uma sequência de atos a serem executados.

Existem inúmeros algoritmos de busca, a escolha adequada depende do tipo de problema específico que quer resolver (LUGER, 2004).

4.7.1.1 BUSCA EM AMPLITUDE OU LARGURA

Também conhecido em inglês como Breadth-First Search (BFS), a busca em amplitude é um método de busca não informada (ou desinformada) que expande e examina todos os vértices de um grafo direcionado ou não direcionado. Podemos dizer que o algoritmo realiza uma busca exaustiva num grafo passando por todas as arestas e vértices. A busca em amplitude é um dos algoritmos mais simples para se percorrer um grafo e é o arquétipo de muitos algoritmos de grafos importantes.

O algoritmo deve visitar todos os vértices e arestas uma única vez, para isso, utiliza-se uma estrutura de dados em fila.

Russel e Norvig (2004) afirmam que esse algoritmo é completo e ótimo, entretanto, apresenta duas principais desvantagens: a primeira é o requisito de memória e a segunda é o tempo de execução. Com isso se a solução do problema estiver em uma profundidade elevada, levará muito tempo para que a encontre ou a memória do computador se esgotará.

4.7.1.2 BUSCA A* (A-Estrela)

Busca A* é um algoritmo de busca heurística, ou seja, utiliza o conhecimento específico do problema para encontrar soluções de forma mais eficiente do que as estratégias de busca sem informação. A informação, definida por uma função heurística, por exemplo, alunos do sexo masculino, com idade de 20 anos, é utilizada na aplicação da função de avaliação de qual o próximo nó deve ser expandido. Segundo Russel e Norvig (2004) a busca A* é uma das técnicas de busca mais utilizadas, sendo reconhecida pelo seu desempenho, precisão e eficiência. É completa e ótima desde que nunca se superestime o custo real, ou seja, sempre que se utilize uma heurística admissível.

Para expandir um número mínimo de nós o algoritmo necessita de alguma informação indicando qual dos nós será expandido, se um nó que não leva ao caminho ótimo for expandido será um esforço inútil para a solução final e se nós que podem levar ao caminho ótimo forem ignorados pode comprometer o resultado final (HARD; NILSSON; RAPHAEL, 1968).

4.7.2 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Os sistemas especialistas são definidos com uma aplicação da inteligência artificial que é capaz de adquirir e disponibilizar o conhecimento operacional de um especialista, solucionando problemas que são resolvíveis por especialistas de uma certa área. São projetados para atender uma aplicação específica e limitado do conhecimento humano, apoiado no conhecimento da base de informações é capaz de tomar uma decisão. Além disso, deve ser capaz de aprender novos conhecimentos, melhorando a qualidade das decisões (MANCHINI; PAPPA, 2003).

Embora os sistemas especialistas e especialistas humanos possam desempenhar tarefas idênticas, suas características são criticamente distintas e, mesmo havendo vantagens evidentes dos sistemas especialistas, eles não serão capazes de substituir os especialistas humanos em todas as situações. Os especialistas humanos têm altos salários, porém podem reorganizar as informações de que dispõem e usá-las para sintetizar novos conhecimentos,

manusear eventos inesperados usando imaginação ou novas abordagens, mas são imprevisíveis, podem sofrer alterações no humor, afetando o diagnóstico. Se forem questionados sobre informações que não disponha ou não existam na mesma hora ele responde que não sabe, ou que aquilo não existe. Já o sistema especialista têm o custo nominal de rodar em um computador o programa, seu trabalho é uma rotina, sem criatividade nem inspiração, porém são consistentes e inflexíveis em suas decisões (MANCHINI; PAPPA, 2003).

Segundo Manchini e Pappa (2003), um sistema especialista é capaz de:

- Resolver problemas complexos tão bem quanto especialistas humanos.
- Raciocinar heurísticamente utilizando, para isto, as regras práticas contidas na base de conhecimento.
- Interagir com usuários humanos utilizando até linguagem natural.
- Funcionar com dados errados e regras incertas de julgamento.
- Escolher hipóteses múltiplas ao mesmo tempo.
- Explicar porque estão fazendo determinada pergunta.
- Justificar suas conclusões.

5 METODOLOGIA

5.1 RECURSOS

Para realização deste trabalho foi utilizado um computador com processador i7 870 da Intel, com 8Gb de memória RAM, disco rígido de 1 Tb, Windows 8 64bits.

5.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Para desenvolvimento do *software* foi utilizado a linguagem de programação Java, sobre os conceitos de orientação a objetos, usando a IDE NetBeans, elaborado com o padrão de arquitetura de *software* MVC(Model-View-Controller).

Como servidor de aplicação foi usado o Glassfish, com o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL.

Para modelagem do banco de dados foi utilizado a ferramenta DeZign, da empresa Datanamic, versão 7.3.6, gratuita por tempo limitado, como pode ser visto o diagrama de entidades na Figura 9.

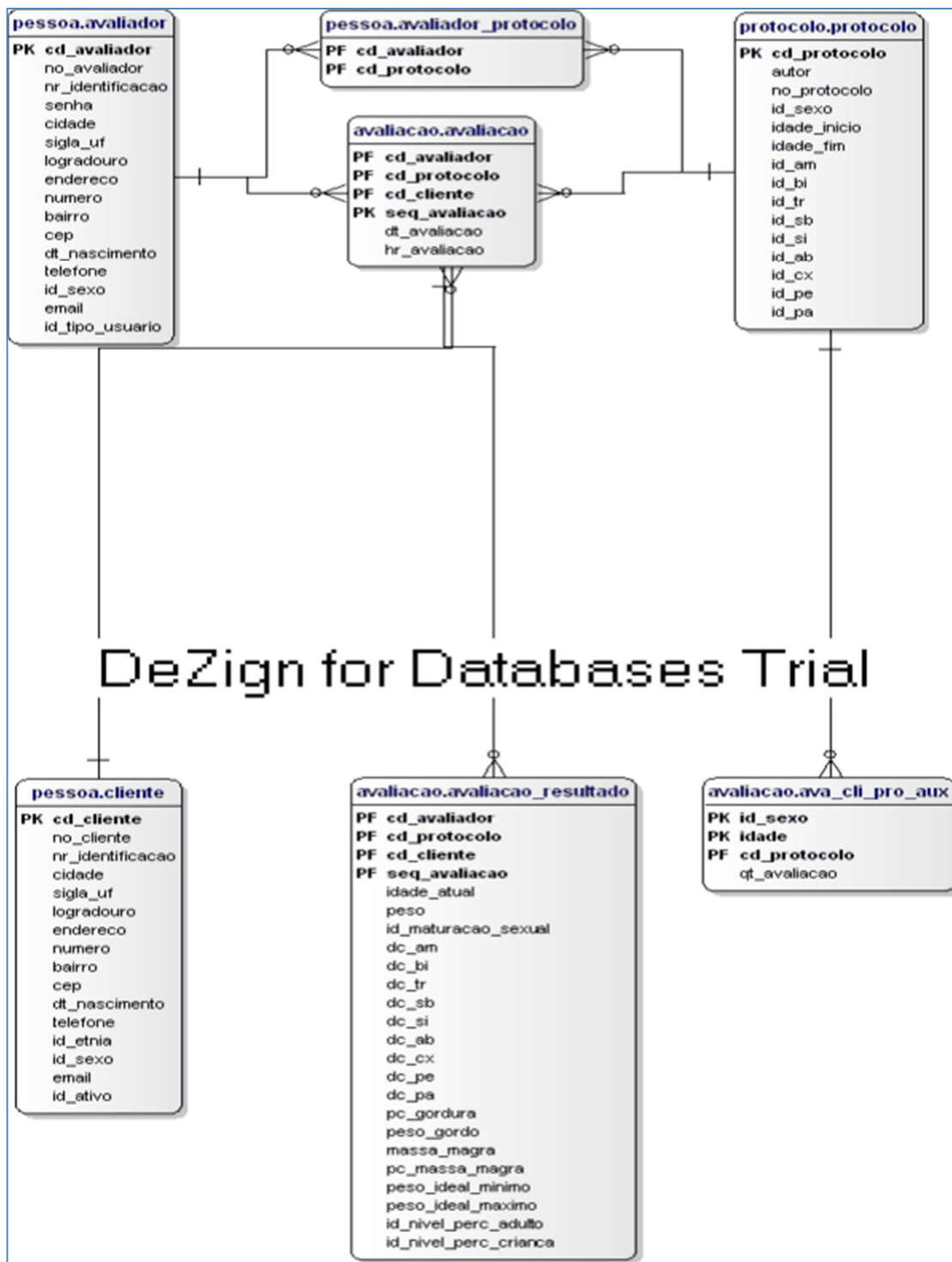


Figura 9 - Diagrama de entidades e relacionamentos
 Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

5.3 DESENVOLVIMENTO

Nas seções abaixo serão descritos os processos utilizados no desenvolvimento do sistema.

5.3.1 ALGORITMOS DE BUSCA

O software se baseia em 2 tipos de busca, busca em amplitude ou largura e busca A*, a busca em amplitude para encontrar os protocolos ideais para o indivíduo a ser avaliado, e a busca A* para filtrar e organizar os protocolos de acordo com os mais utilizados no software, de acordo com o sexo e idade do cliente a ser avaliado, ela faz isso para cada protocolo considerado ideal pelo algoritmo de busca em largura, com isso auxilia o avaliador, indicando os protocolos mais utilizados dentro da organização (empresa) para aquele tipo de cliente.

A busca em amplitude é utilizada para encontrar os protocolos ideais para o indivíduo a ser avaliado, foi utilizada, pois, ela expande todos os nós, começando dos de menor profundidade, e para nosso objetivo se encaixa perfeitamente, pois deve percorrer toda a lista de protocolos, um a um, selecionando os considerados ideais, onde nosso resultado não é um único protocolo, e sim todos que são ideais para o indivíduo, ou seja, retornar uma lista para o avaliador de todos protocolos adequados para aquele cliente.

A busca é iniciada no programa de avaliação da composição corporal, no momento em que o avaliador informa a data da avaliação e o cliente que será avaliado, nesse momento a busca é chamada tratando informações como a idade atual do cliente dentro da data que será avaliado, e o sexo, para enfim buscar os protocolos ideais para ele, lembrando que os protocolos que serão validados depende de cada avaliador, pois, cada avaliador tem seu cadastro de protocolos vinculados, segue o código utilizado na Figura 10.


```

Map<String, Object> paramAva = new HashMap<String, Object>();
paramAva.put("cdAvaliador", AvaliadorLogVar.getAvaliador().getPk().getCdAvaliador());
List<Protocolo> listPro = avaMovControl.getListProtocoloVinculados(paramAva);

if (cliente.getIdSexo() != null && cliente.getDtNascimento() != null) {
    Long idadeCli = Long.valueOf(Years.yearsBetween(cliente.getDtNascimento(),
    LocalDate.parse(txtData.getText().toString(), DateTimeFormat.forPattern("dd/MM/yyyy"))).getYears());
    if (listPro != null && !listPro.isEmpty()) {
        List<Protocolo> listProAdequados = new ArrayList<Protocolo>();
        for (Protocolo pro : listPro) {
            if (pro.getLdadeInicio() != null && pro.getIdadeFim() != null) {
                if (idadeCli.compareTo(pro.getIdadeInicio()) >= 0 && idadeCli.compareTo(pro.getIdadeFim()) <= 0) {
                    if (pro.getIdSexo() != null) {
                        if (cliente.getIdSexo().equals(pro.getIdSexo())) {
                            listProAdequados.add(pro);
                        }
                    } else {
                        listProAdequados.add(pro);
                    }
                }
            }
        }
    }
}
}
}
}

```

Figura 10 - Busca em amplitude pelos protocolos ideais
 Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Com a lista de protocolos adequados preenchida, é realizada a busca A*, para através dos protocolos considerados ideias, organiza-los de acordo com os mais utilizados para aquele tipo de cliente (sexo e idade), auxiliando o avaliador numa melhor escolha a partir das utilizações realizadas dentro da organização em que o sistema está operando.

Foi utilizada a busca A*, pois é uma busca ótima em que se baseia sempre no melhor caminho, de acordo com a função heurística em que está orientado, sempre nas melhores escolhas, com isso, avaliando cada protocolo considerado ideal, a busca A* irá buscar dentro das avaliações já realizadas, o número de utilizações de cada protocolo, indicando os mais utilizados para aquele tipo de cliente ao avaliador, orientando-o a uma escolha mais adequada dentro da organização. Porém, mesmo com a busca apresentando os mais utilizados, não impediremos o avaliador de utilizar um protocolo menos utilizado, pois, todos os que estão listados são considerados ideais para aquele tipo de cliente, então a escolha é livre dentro deles.

Segue na Figura 11 o código utilizado.

```

List<Protocolo> listProMelEscolha = new ArrayList<Protocolo>();
if (listProAdequados != null && !listProAdequados.isEmpty()) {
    for (Protocolo pro : listProAdequados) {
        Map<String, Object> paramMel = new HashMap<String, Object>();
        paramMel.put("idSexo", cliente.getIdSexo().toString());
        paramMel.put("idade", idadeCli);
        paramMel.put("cdProtocolo", pro.getPk().getCdProtocolo());

        AvaCliProAux avaCliProAux = avaMovControl.getAvaCliProAux(paramMel);

        if (avaCliProAux != null) {
            pro.setQtAuxMelhorEscolha(avaCliProAux.getQtAvaliacao());
            pro.setDescAvaMelhorEscolha(avaCliProAux.getQtAvaliacao() == 1L ?
            avaCliProAux.getQtAvaliacao().toString() + " UTILIZAÇÃO" : avaCliProAux.getQtAvaliacao().toString() + "
UTILIZAÇÕES");
        } else {
            pro.setQtAuxMelhorEscolha(0L);
            pro.setDescAvaMelhorEscolha("NENHUMA UTILIZAÇÃO");
        }
        melhorEscolhaPro(pro, listProMelEscolha);
    }
    setListProtocolo(listProMelEscolha);
} else {
    setListProtocolo(null);
}

private void melhorEscolhaPro(Protocolo pro, List<Protocolo> listProtocolo) {
    if (pro != null && listProtocolo != null) {
        if (pro.getQtAuxMelhorEscolha() != null) {
            if (listProtocolo.isEmpty()) {
                listProtocolo.add(pro);
            } else {
                int indiceAdicionado = 0;
                for (int i = 0; i < listProtocolo.size(); i++) {
                    if (listProtocolo.get(i).getQtAuxMelhorEscolha() < pro.getQtAuxMelhorEscolha()) {
                        break;
                    } else {
                        indiceAdicionado++;
                    }
                }
                listProtocolo.add(indiceAdicionado, pro);
            }
        }
    }
}

```

Figura 11 - Busca A* para buscar protocolos mais utilizados
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

5.3.2 DIFERENCIAIS

Dentro do sistema, diferentemente de outros *softwares* que existem no mercado, cada avaliador terá seus protocolos preferidos, definindo os protocolos que deseja vincular para futuras avaliações, onde nas avaliações será respeitado o seu ramo de protocolos. Isso deixará ainda mais bem definida as avaliações, onde o leque de protocolos adequados ficará com o perfil de cada avaliador, evitando utilizar protocolos desconhecidos, ou que não são os mais conceituados para o avaliador.

Dos diversos softwares do mercado, a grande maioria não valida o protocolo que será utilizado, se o mesmo é adequado ou não para o cliente a ser avaliado, para isso, passa por uma série de validações, tais como, peso, sexo, somatório de dobras, etnia entre outras, a escolha do protocolo ideal a ser aplicado não é uma tarefa tão simples, levando em alguns casos a escolha de uma equação inadequada, comprometendo a avaliação, levando a mudanças no treinamento aplicado que podem comprometer a evolução do indivíduo. Com o *software*, a escolha da avaliação será automatizada, trazendo automaticamente os protocolos ideais para o indivíduo, evitando erros e maximizando a avaliação.

Outro ponto forte do software são as tabelas de referência do percentual de gordura corporal, após cada avaliação realizada será apresentado o nível de condição que se encontra o cliente avaliado, se ele está dentro da média do % de gordura, se está alto, muito baixo, excelente, etc., onde o avaliador através desse nível pode relacionar com o perfil de doenças, problemas de saúde em que o seu cliente possa estar correndo risco.

No sistema dentro de cada avaliação, assim que informado a data da avaliação e o cliente, o sistema buscará as últimas avaliações do cliente, trazendo o histórico em tela, mostrando informações como: data das avaliações, protocolos que foram utilizados, níveis do % de gordura, massa gorda, massa magra, pesos ideais, facilitando e muito o avaliador na escolha do protocolo a ser feita a avaliação atual, e também podendo visualizar a evolução do cliente, nas últimas avaliações, e até na que está sendo realizada.

5.3.3 INTERFACE

O sistema inicia com a tela de acesso, onde os avaliadores cadastrados iram entrar no sistema para enfim ter acesso as opções disponíveis, onde cada avaliador tem seu *login* e senha, conforme a Figura 24.

Após realizar o *login*, entrará a tela do menu do sistema, onde existem os programas disponíveis no sistema, o menu Pessoa, onde constam os cadastros de cliente e avaliador, e o menu Avaliação, onde fica a avaliação da composição corporal. Na parte inferior do menu, mostra o avaliador que está logado no sistema, e ainda possui 2 botões, 1 para troca de senha e outro para deslogar-se e voltar para tela de acesso, como pode ser visto na Figura 25.

No menu Pessoa/Cadastros/Avaliador, constam as informações dos avaliadores, tais como nome, sexo, data nascimento, etc. além de um botão onde ficam os protocolos utilizados pelo avaliador, pode ser visto na Figura 26.

No menu Pessoa/Cadastros/Cliente, ficam registrados os clientes utilizados no sistema, tem informações como nome, sexo, etnia, data nascimento, etc., segue na Figura 27.

Na Figura 28 está a tela onde o avaliador vincula os protocolos que estarão disponíveis para ele nas avaliações.

No menu Avaliação Física/Movimentos/Composição Corporal fica a avaliação da composição corporal, como pode ser vista na Figura 29, trazendo o avaliador que está logado no sistema, e aguardando informar a data que vai ser feita a avaliação e o cliente, para então o sistema buscar os protocolos adequados a ele, além de mostrar o histórico das avaliações anteriores do cliente se existirem. Pode ser visto um modelo na Figura 30, já na Figura 31, mostra os protocolos adequados disponíveis para a avaliação, onde estão organizados de acordo com os mais utilizados dentro da organização.

Na Figura 32, mostra quando o avaliador define o protocolo que será utilizado e avança para enfim registrar as medidas das dobras cutâneas do cliente exigidas pelo protocolo selecionado.

Nas Figura 33 e 34 mostram os históricos de avaliações do cliente, lembrando que o sistema mostra até as 3 últimas se existirem. Na Figura 35 mostra um exemplo dos resultados de uma avaliação realizada.

6 RESULTADOS

Para avaliação da fidedignidade dos resultados apresentados pelo software, utilizou-se alguns indivíduos como amostra e foi realizado a avaliação da composição corporal por meio do método de dobras cutâneas. Na sequência o percentual de gordura foi calculado manualmente, e posteriormente realizou-se o mesmo procedimento utilizando o *software* em questão como forma de comparar os valores apresentados.

Um profissional da área de educação física avaliou indivíduos de ambos os gêneros e diferentes faixas etárias como forma de avaliar todas as equações aqui propostas e comprovar sua eficácia e acuracidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema se mostrou bastante consistente com as informações, trabalhando com um universo amplo de protocolos, sempre trazendo os resultados esperados.

Os processos, transações, cálculos tiveram um ótimo desempenho, com um tempo de resposta bem rápido para o usuário.

Foram feitos testes com vários computadores utilizando o sistema simultaneamente, e se comportou muito bem, onde fica a possibilidade de utilizar o sistema em um ambiente corporativo tranquilamente.

A interface do sistema ficou bastante entendível, bem simples e organizada, facilitando o trabalho do avaliador.

O objetivo do trabalho foi atingido, fazendo com que os protocolos fossem respeitados de acordo com o cliente a ser avaliado, não deixando que se comprometa a avaliação, além de organizar e facilitar o trabalho do avaliador na realização da avaliação.

Os históricos das últimas avaliações realizadas foram muito bem vistos pelo profissional de educação física, trazendo mais informações do cliente no momento da avaliação, mostrando toda evolução dentro dos treinamentos, foi classificado com um grande diferencial se comparado com outros sistemas da área.

Uma limitação do trabalho foi a falta de relatórios e consultas, onde acrescentam muita informação dentro do sistema, fica a ressalva para trabalhos futuros.

8 TRABALHOS FUTUROS

Várias ideias surgiram após a conclusão do *software*, tendo assim a possibilidade de dar continuidade nesse projeto.

Consultas e relatórios, tem-se um amplo campo com base em informações das avaliações a serem explorados, comparativos, evoluções, etc.

Após realizar a avaliação da composição corporal, se o cliente possuir email cadastrado, enviar diretamente por email o resultado da avaliação.

Ampliar o projeto para além da avaliação da composição corporal por dobras cutâneas, possuir outros tipos de avaliações, como a avaliação dos perímetros por

exemplo, onde é medido com a fita métrica, em centímetros, cada região muscular do indivíduo, as quais ficariam registradas no *software*, podendo acompanhar as evoluções das medidas.

Como os estudos em relação a avaliação física não param de crescer, podendo surgir novas equações, novos índices, cada vez mais selecionados, o *software* foi construído e modelado com a possibilidade de implementar novas funcionalidades de forma bem prática, onde a programação orientada a objetos favoreceu muito nesse aspecto.

9 REFERÊNCIAS

ALLENDER, Steven; COWBURN, Gill; FOSTER, Charlie. **Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies.** Health Education Research, Oxford, v. 21, n. 6, p. 826-835, 2006.

ALVES, João G. B. et al. **Prática de esportes durante a adolescência e atividade física de lazer na vida adulta.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói, v. 11, n. 5, p. 291-294, set./out. 2005.

ANDERSEN, R. E. et al. **Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey.** JAMA, 279:938-942, 1998.

APPLICATION SERVERS. **Servidores de Aplicações.** 2003. Disponível em <www.iweb.com.br/iweb/pdfs/20031008-appservers-01.pdf>. Acesso em 19 mai. 2013.

ARAÚJO, E. C. **Orientação a Objetos com Java Simples, fácil e eficiente.** Florianópolis: Visual Books, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE (ABESO). **Consenso Latino Americano sobre Obesidade.** 2000. Disponível em: <http://www.abeso.org.br>. Acesso em: 05 mai. 2013.

AZEVEDO, Mario R. et al. **Fatores associados ao sedentarismo no lazer de adultos na coorte de nascimentos de 1982, Pelotas, RS.** Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 42, p. 70-77, 2008.

BARETTA, Elisabeth; BARETTA, Marly; PERES, Karen G. **Nível de atividade física e fatores associados em adultos no Município de Joaçaba, Santa Catarina, Brasil.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 7, p. 1595-1602, jul. 2007.

BARROS NETO TL. **Doença e Prevenção: sedentarismo.** Disponível em: <http://www.emedix.com.br/doe/mes001_1f_sedentarismo.php#texto1/>. Acesso em: 07 mar. 2013.

BARROS, C. A. S. M. **A imagem corporal dos obesos em psicoterapia de grupo.** HFA Publ. Téc. Cient., Rio de Janeiro, v. 5, n. 1/2, p. 9-12, jan./jun. 1990.

BAUNMGARTNER, T. A. e JACKSON, A. S. **Measurement for Evaluation in Physical Education and Exercise Science.** 5ª. ed. Madison. Brown & Benchmark Publishers, 1995.

BORODULIN, K. et al. **Thirty-year trends of physical activity in relation to age, calendar time and birth cohort in Finnish adults.** European Journal of Public Health. 18: 339-344, 2008.

BUSCHMANN, F. et al. **Pattern-Oriented Software Architecture Volume 1: A System of Patterns.** Wiley, 1996.

BOTTINO, A., LAURENTINI, A. **Experimenting with non instructive motion capture in a virtual environment.** The visual Computer 17(1), p. 14–29. 2001.

CARDIOMED. **Adipômetro de Harpenden.** Disponível em: <<http://www.cardiomed.com.br/plicometro-adipometro-harpenden.html>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

CARPERSEN, C. J. **Physical activity epidemiology.** Public Health Rep. 310(1), pp. 5109-5113, 1995.

CARVALHO, Tales et al. **Posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 79-81, out./dez. 1996.

COSTA, R. **Composição corporal: Teoria e Prática da Avaliação.** Manole, 2001.

COSTA, R. F. **Avaliação Física.** São Paulo. Fitness Brasil Collection, 1996.

COSTA, Roberto Fernandes. **Padronização das medidas mais utilizadas de dobras.** Disponível em: <<http://www.terrazul.com.br/cientificofotos.html>>. Acesso em: 06 jun. 2013.

FANDERUFF, Damaris. **Dominando o oracle 9i: modelagem e desenvolvimento.** São Paulo: Makron Books, 2003.

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

FREITAS, Carla Maria Del Sasso. et al. **Framework para construção de pacientes virtuais: uma aplicação em laparoscopia virtual.** In: SBC SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, Ribeirão Preto: COC/SBC, 2003. v. 1, p. 283-296, 2003.

FREITAS, Hermes. **Inforganização: A era pós-informática.** 1996.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Controle do Peso Corporal: Composição Corporal, Atividade Física e Nutrição.** Londrina. Midiograf, 1998.

HARD, P. E.; NILSSON, N. J.; RAPHAEL, B. **A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths.** IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, 1968.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2000.

JEFFERSON, C. **Glassfish: Servidor de Aplicações Java**. 2008. Disponível em <<http://jeffcamp.wordpress.com/2008/02/03/glassfish-servidor-de-aplicacoes-java/>>. Acesso em 26 mai. 2013.

JOHANSSON E. et al. **Obesity and labour market success in Finland: the difference between having a high BMI and being fat**. *Econ Human Biol.* 7(1):36-45, 2009.

JUNQUEIRA, Diana. **Avaliação Física**. Disponível em <[HTTP://www.grupospeedfitness.com.br/outros-servicos](http://www.grupospeedfitness.com.br/outros-servicos)> Acessado em 15 mar 2013.

KATCH, F. I., MCARDLE, W. D. **Nutrição, Controle de Peso e Exercício**. Rio de Janeiro: Médica Científica Ltda, 1984.

KATCH, F. I., MCARDLE, W. D. **Nutrição, exercício e saúde**. 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1996.

KATZMARZYK, P. T. et al. **Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer**. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 41, n. 5, p. 998-1005, 2009.

KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S; SILBERSCHATZ, A. **Sistema de Banco de Dados**. 5a edição. Campus, 2006.

LOPES, João A. et al. **Fatores associados à atividade física insuficiente em adultos: estudo de base populacional no sul do Brasil**. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 689-698, dez. 2010.

LUGER, G. F. **Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. trad. Paulo Engel. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MANCHINI, Daniella Patrícia. PAPP, Gisele Lobo. **Sistemas Especialistas**. <<http://www.din.uem.br/ia/intelige/especialistas/especialistas>> Acesso em: 09 nov. 2013.

MARINS, J. CB, GIANNICHI, R. S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 3a ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MARTINEZ E. **La actividad física en el ámbito de la salud pública**. *Rev Nac de Salud Pública*. 15(2):140-52, 1998.

MARTINS, M. O. **Estudo dos fatores determinantes da prática de atividades físicas de professores universitários**. 2000. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)—Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. **Atividade física e obesidade: prevenção e tratamento.** São Paulo: Atheneu, 2007.

MCARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L. **Nutrição para o desporto e o exercício.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

MINETTO, Elton Luís. **Frameworks para desenvolvimento em PHP.** 2007, Disponível em: <<http://tinyurl.com/minetto>> Acesso em: 25 mai. 2013.

MORAES, Marcelo. **A história do surgimento da linguagem JAVA.** 2009. Disponível em: <<http://tinyurl.com/moraes2009>> Acesso em: 20 nov. 2011.

MORGAN, Micheal. **JAVA 2 para programadores profissionais: a solução definitiva.** Tradução de Eveline Vieira Machado. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.

NETO, Arthur Paiva; CÉSAR Marcelo de Castro. **Avaliação da Composição Corporal de atletas de basquetebol do sexo masculino participantes da liga nacional 2003.** Rev. Bras. Cine. Des. Hum . ISSN 1415-8426 v.7, n.1, p. 35-44, 2005.

NOBRE V. **Instrumentos, Técnicas de Promoção, Avaliação e Prescrição de Actividade Física de Jovens e Adultos Aparentemente Saudáveis.** Tese não publicada, Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa, Portugal, 1995.

OMRON. **HBF-306C.** Disponível em: <<http://www.omronhealthcare.com/products/hbf-306c/>>. Acesso em: 06 jun. 2013.

PARIZKOVÁ, J. **Gordura corporal e aptidão física.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

PEMBERTON, C., MC'SWEGIN, P. **Sedentary Living: A Health Hazard.** JOPERD, Virgínia, v.64, n.5, p. 27-31, 1993.

PIZZINATO, V. T. **Obesidade infantil.** São Paulo: Sarvier, 1992.

POLLONI, Enrico G. F. **Administrando Sistemas de Informação.** São Paulo, Futura, 2000.

POSTGRESQL. **Sobre.** 2011. Disponível em <<http://www.postgresql.org.br/sobre>>. Acesso em 26 mai. 2013.

PLEMENOS, D., MIAOULIS, G. **VisualComplexity and Intelligent Computer Graphics Techniques Enhancements.** Springer-Verlag New York Inc. Berlin Heidelberg, 2009.

QUEIROGA, M. R. **Testes e medidas para avaliação da avaliação física relacionada à saúde em adultos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

RUSSELL, S. & NORVIG, P. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SALLES-COSTA, Rosana et al. **Gênero e prática de atividade física de lazer**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 19, p. 325-333, 2003.

SAUDESOP. **Adipômetro de Lange**. Disponível em: <<http://www.saudeshop.com.br/produto/886-adipometro-plicometro-lange>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

SIQUEIRA, F. V. et al. **Atividade física em adultos e idosos residentes em áreas de abrangência de unidade básicas de saúde de municípios das regiões Sul e Nordeste do Brasil**. Cad Saúde Pública, (24): 39-54, 2008.

TANITA. **Bc 730**. Disponível em: <<http://www.tanita.asia/consumer/tanita-products/whats-new/product/new-bc-730/>>. Acesso em: 06 jun. 2013.

VASQUES, D. G.; LOPES, A. S. **Fatores associados à atividade física e aos comportamentos sedentários em adolescentes**. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, 11(1), 59-66, 2009.

WHO. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 854:(1-452), 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Health Observatory Data Repository**. 2013 [citado 21 abril 2013]. Disponível em: <<http://apps.who.int/gho/data/view>>. main.2463. Brasil MdS. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Health Observatory Data Repository**. 2013 [citado 07 março 2013]. Disponível em: <http://apps.who.int/ghodata/?vid=2469>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. Geneva, 2000.

ZAITUNE, Maria P. do A. et al. **Fatores associados ao sedentarismo no lazer em idosos**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 6, p. 1329-1338, jun. 2007.

10 ANEXOS

10.1 FIGURAS DAS PRINCIPAIS DOBRAS CUTÂNEAS UTILIZADAS NOS PROTOCOLOS PARA DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL



Figura 12 - Dobra Cutânea Tricipital
Fonte: COSTA (2013)

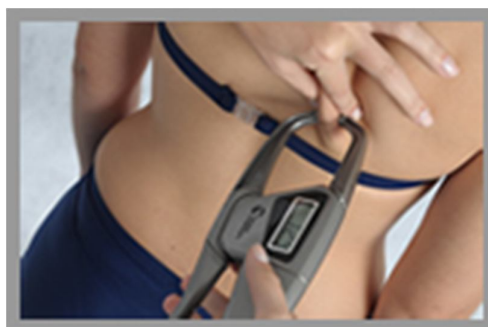


Figura 13 - Dobra Cutânea Subescapular
Fonte: COSTA (2013)



Figura 14 - Dobra Cutânea do Biceps
Fonte: COSTA (2013)



Figura 15 - Dobra Cutânea Axilar Média
Fonte: COSTA (2013)



Figura 16 - Dobra Cutânea Supra-ilíaca
Fonte: COSTA (2013)

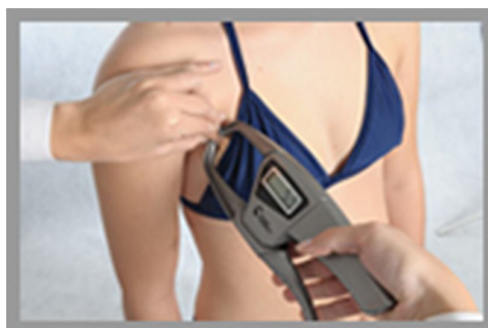


Figura 17 - Dobra Cutânea Torácica
Fonte: COSTA (2013)



Figura 18 - Dobra Cutânea Abdominal
Fonte: COSTA (2013)

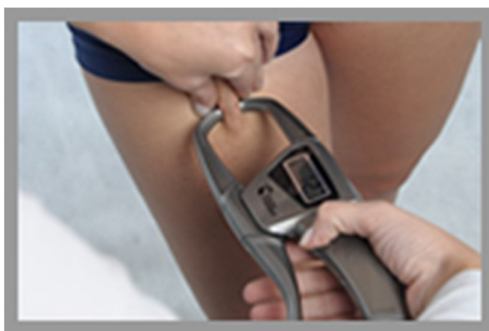


Figura 19 - Dobra Cutânea da Coxa
Fonte: COSTA (2013)



Figura 20 - Dobra Cutânea Panturrilha medial
Fonte: COSTA (2013)

10.2 PROTOCOLOS PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Quando são utilizados protocolos para predição da densidade corporal (DC) é necessário converter o resultado em percentual de gordura, para isso tem-se a fórmula de Siri (1961) padrão para realizar a conversão, porém em estudos mais recentes Lohman (1986) fez uma adaptação na fórmula, que pode ser vista na Figura 21, sugerindo diferentes constantes, variando sobre a idade e sexo do avaliado.

O *software* utiliza o adaptado de Lohman, quando possível, caso não utiliza o padrão da fórmula de Siri (1961), como segue:

Fórmula de Siri (1961):

- $\%G^{10} = [(4,95 / DC^{11}) - 4,50] \times 100$

Idade (anos)	Homens	Mulheres
07-08	(5,38 / DC) - 4,97	(5,43 / DC) - 5,03
09-10	(5,30 / DC) - 4,89	(5,35 / DC) - 4,95
11-12	(5,23 / DC) - 4,81	(5,25 / DC) - 4,84
13-14	(5,07 / DC) - 4,64	(5,12 / DC) - 4,69
15-16	(5,03 / DC) - 4,59	(5,07 / DC) - 4,64
17-19	(4,98 / DC) - 4,53	(5,05 / DC) - 4,62
20-50	(4,95 / DC) - 4,50	(5,03 / DC) - 4,59

Figura 21 - Correção constantes de Siri, adaptado de Lohman

Fonte: Lohman (1986)

Nota: Adaptado pelo autor (2013)

Abaixo segue alguns dos protocolos utilizados no *software*:

Mcardle, 1992:

- Homens (18-34 anos):
 - $DC = 1,1610 - 0,0632 \log(ST^{12})$

¹⁰ Percentual de gordura

¹¹ Densidade corporal

¹² Somatório das dobras cutâneas(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca)

- Homens (18-27 anos):
 - $DC = 1,0913 - 0,00116(TR^{13} + SB^{14})$
- Mulheres (18-48 anos):
 - $DC = 1,06234 - 0,00068(SB) - 0,00039(TR) - 0,00025(CX^{15})$
- Crianças Feminino (9-12 anos):
 - $DC = 1,088 - 0,014(\log_{10}(TR)) - 0,036(\log_{10}(SB))$
- Crianças Feminino (13-16 anos):
 - $DC = 1,114 - 0,031(\log_{10}(TR)) - 0,041(\log_{10}(SB))$
- Crianças Masculino (9-12 anos):
 - $DC = 1,108 - 0,027(\log_{10}(TR)) - 0,038(\log_{10}(SB))$
- Crianças Masculino (13-16 anos):
 - $DC = 1,130 - 0,055(\log_{10}(TR)) - 0,026(\log_{10}(SB))$

Guedes, 1994 (crianças 7-18 anos):

- meninos brancos:
 - Pré-púbere:
 - $\%G = 1,21(TR + SB) - 0,008(TR + SB)^2 - 1,7$
 - Púbere:
 - $\%G = 1,21(TR + SB) - 0,008(TR + SB)^2 - 3,4$
 - Pós-púbere:
 - $\%G = 1,21(TR + SB) - 0,008(TR + SB)^2 - 5,5$
- meninos negros:
 - Pré-púbere:
 - $\%G = 1,21(TR + SB) - 0,008(TR + SB)^2 - 3,5$
 - Púbere:
 - $\%G = 1,21(TR + SB) - 0,008(TR + SB)^2 - 5,2$
 - Pós-púbere:
 - $\%G = 1,21(TR + SB) - 0,008(TR + SB)^2 - 6,8$

¹³ Dobra cutânea tríceps

¹⁴ Dobra cutânea subescapular

¹⁵ Dobra cutânea coxa

- meninas de qualquer raça e maturidade:
 - $\%G = 1,33(TR + SB) - 0,013(TR + SB)^2 - 6,8$

- Exceção para esses protocolos (Guedes, 1994 crianças 7-18 anos), caso o somatório (TR + SB) for maior que 35 milímetros usa-se o único protocolo para ambos os sexos:
 - meninos:
 - $\%G = 0,783(TR + SB) + 1,6$
 - meninas:
 - $\%G = 0,546(TR + SB) + 9,7$

Lohman, 1987:

- Homens (7-17 anos):
 - $\%G = 0,735(TR + CX) + 1,0$
- Mulheres (7-17 anos):
 - $\%G = 0,735(TR + CX) + 5,1$

Yuhasz:

- Ambos os sexos:
 - $\%G = (ST^{16}) \times 0,095 + 3,64$

Parizkova, 1961:

- Meninas (9-12 anos):
 - $DC = 1,088 - 0,014(\log_{10}(TR)) - 0,036(\log_{10}(SB))$
- Meninos (9-12 anos):
 - $DC = 1,088 - 0,027(\log_{10}(TR)) - 0,0388(\log_{10}(SB))$

¹⁶ Somatório das dobras cutâneas(subescapular, tríceps, coxa, supra-iliaca, abdome e peitoral)

10.3 TABELAS DE REFERÊNCIA DO PERCENTUAL DE GORDURA

Percentual de gordura para homens:

Nível / Idade	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65
Muito Baixo	< 4 %	< 8 %	< 10 %	< 12 %	< 13 %
Excelente	4-6 %	8-11 %	10-14 %	12-16 %	13-18 %
Bom	7-10 %	12-15 %	15-18 %	17-20 %	19-21 %
Acima da Média	11-13 %	16-18 %	19-21 %	21-23 %	22-23 %
Média	14-16 %	19-20 %	22-23 %	24-25 %	24-25 %
Abaixo da Média	17-20 %	21-24 %	24-25 %	26-27 %	26-27 %
Ruim	21-24 %	25-27 %	26-29 %	28-30 %	28-30 %
Muito Ruim	> 24 %	> 27 %	> 29 %	> 30 %	> 30 %

Figura 22 - Tabela referência % gordura para homens

Fonte: POLLOCK; WILMORE, 1993

Nota: Adaptado pelo autor (2013)

Percentual de gordura para mulheres:

Nível / Idade	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65
Muito Baixo	< 13 %	< 14 %	< 16 %	< 17 %	< 18 %
Excelente	13-16 %	14-16 %	16-19 %	17-21 %	18-22 %
Bom	17-19 %	17-20 %	20-23 %	22-25 %	23-26 %
Acima da Média	20-22 %	21-23 %	24-26 %	26-28 %	27-29 %
Média	23-25 %	24-25 %	27-29 %	29-31 %	30-32 %
Abaixo da Média	26-28 %	26-29 %	30-32 %	32-34 %	33-35 %
Ruim	29-31 %	30-33 %	33-36 %	35-38 %	36-38 %
Muito Ruim	> 31 %	> 33 %	> 36 %	> 38 %	> 38 %

Figura 23 - Tabela referência % gordura para mulheres

Fonte: POLLOCK; WILMORE, 1993

Nota: Adaptado pelo autor (2013)

Percentual de gordura para crianças:

Nível / Idade	Meninos	Meninas
Excessivamente Baixo	< 5 %	< 12 %
Baixo	5-10 %	12-15 %
Adequado	11-20 %	16-25 %
Moderadamente Alta	21-25 %	26-30 %
Alta	26-31 %	31-36 %
Excessivamente Alta	> 31 %	> 36 %

Figura 24 - Tabelas referência % de gordura para crianças

Fonte: LOHMAN, 1986

Nota: Adaptado pelo autor (2013)

10.4 INTERFACE DO SISTEMA

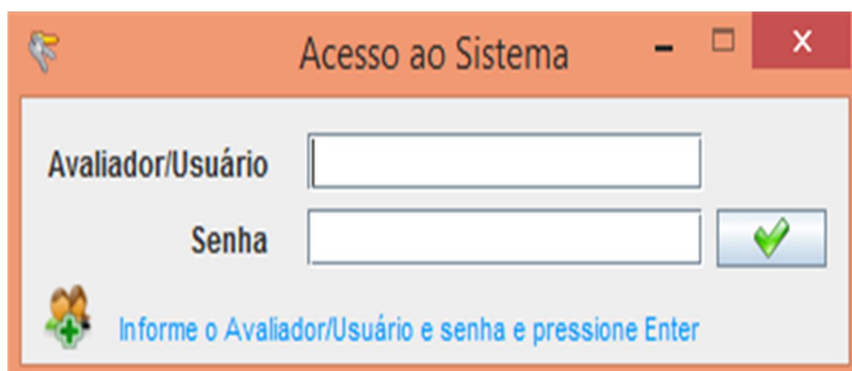


Figura 25 - Tela de acesso ao sistema
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

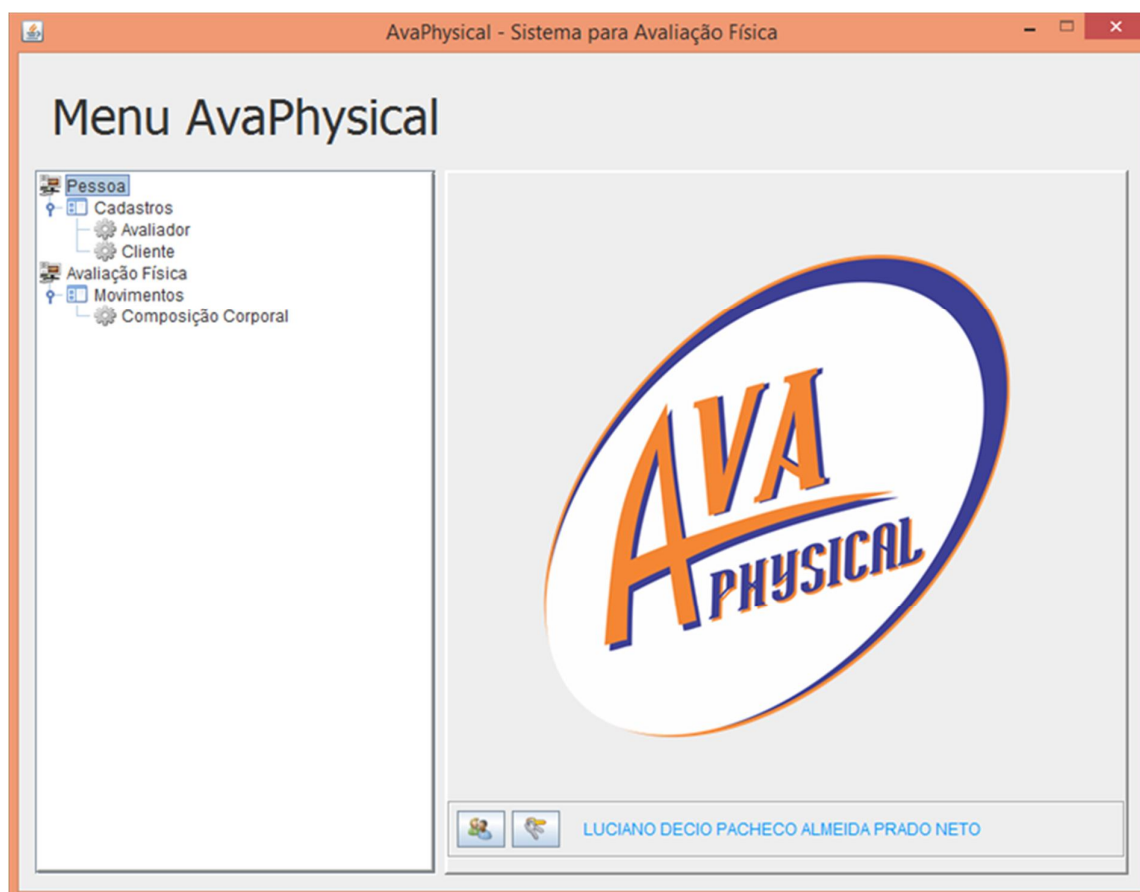


Figura 26 - Menu do Sistema
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

AvaPhysical - Cadastro de Avaliadores

Cadastro de Avaliadores

Código:

Nome:

Dt. Nascimento: CPF:

Sexo:

Cidade: UF:

Logradouro: Endereço: N°:

Bairro: CEP:

Telefone:

Email:

Informe um código para incluir um Avaliador ou digite um Avaliador já cadastrado e tecle enter! Consultar 'F5'.

Figura 27 - Tela de cadastro dos avaliadores

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

AvaPhysical - Cadastro de Clientes

Cadastro de Clientes

Código:

Nome: BRUNO RICARDO PACHECO DE ALMEIDA PRADO

Dt. Nascimento: 23/07/1992 CPF:

Sexo: Etnia:

Cidade: JAÚ UF:

Logradouro: RUA Endereço: NEWTON FERRAZ DE MARINIS N°: 263

Bairro: MARIA LUIZA 2 CEP: 17.203-040

Telefone:

Email:

Ativo:

Editando Registro! Para Salvar tecle 'F3', Cancelar 'ESC', Excluir 'F6'.

Figura 28 - Tela de cadastro dos clientes

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

AvaPhysical - Protocolos para Avaliações Antropométricas

Protocolos para Avaliações Antropométricas

Avaliador: padoca

Protocolo	Sexo	Idade (De)	Idade (Até)	Sel
Boileau, 1985 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	8	28	<input type="checkbox"/>
Durnin & Rahaman, 1967 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca)	Feminino	18	29	<input type="checkbox"/>
Durnin & Rahaman, 1967 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca)	Mas/Fem	13	16	<input type="checkbox"/>
Durnin & Rahaman, 1967 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca)	Masculino	18	34	<input type="checkbox"/>
Guedes, 1994 - 3 dobras(coxa, supra-iliaca e subescapular)	Feminino	18	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Guedes, 1994 - 3 dobras(tríceps, supra-iliaca e abdome)	Masculino	18	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Guedes, crianças e adolescentes - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	7	18	<input checked="" type="checkbox"/>
L. G. Lohman, 1987 - 2 dobras(tríceps e coxa)	Mas/Fem	7	17	<input type="checkbox"/>
Mcardle, 1992 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	13	16	<input checked="" type="checkbox"/>
Mcardle, 1992 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	9	12	<input checked="" type="checkbox"/>
Mcardle, 1992 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Masculino	18	27	<input checked="" type="checkbox"/>
Mcardle, 1992 - 3 dobras(subescapular, tríceps e coxa)	Feminino	18	48	<input checked="" type="checkbox"/>
Mcardle, 1992 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca)	Masculino	18	34	<input checked="" type="checkbox"/>
Mukherjee & Roche, 1984 - 2 dobras(tríceps e axilar-média)	Feminino	6	18	<input type="checkbox"/>
Parizkova, 1961 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	13	16	<input type="checkbox"/>
Parizkova, 1961 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	9	12	<input type="checkbox"/>
Petroski, 1995 - 4 dobras(axilar-média, supra-iliaca, coxa e panturrilha)	Feminino	18	51	<input type="checkbox"/>
Petroski, 1995 - 4 dobras(subescapular, tríceps, supra-iliaca e panturrilha)	Masculino	18	61	<input type="checkbox"/>
Pollock e col., 1984 - 3 dobras(peitoral, abdome e coxa)	Masculino	18	61	<input type="checkbox"/>
Pollock e col., 1984 - 3 dobras(tríceps, supra-iliaca e coxa)	Feminino	18	55	<input type="checkbox"/>
Pollock e col., 1984 - 3 dobras(tríceps, supra-iliaca e coxa)	Feminino	18	65	<input type="checkbox"/>
Pollock e col., 1984 - 7 dobras(subesc., axi. méd., tric., coxa, sup. ilia., abdome e peit.)	Mas/Fem	18	65	<input type="checkbox"/>
Slaughter e col., 1988 - 2 dobras(tríceps e panturrilha)	Mas/Fem	8	18	<input type="checkbox"/>
Slaughter e col., 1988 - 2 dobras(tríceps e subescapular)	Mas/Fem	8	18	<input type="checkbox"/>
Weststrate & Deurenberg, 1989 - 4 dobras(bíceps, tríceps subescapular e supra-iliaca)	Feminino	10	18	<input type="checkbox"/>
Weststrate & Deurenberg, 1989 - 4 dobras(bíceps, tríceps subescapular e supra-iliaca)	Feminino	2	10	<input type="checkbox"/>
Weststrate & Deurenberg, 1989 - 4 dobras(bíceps, tríceps subescapular e supra-iliaca)	Masculino	2	18	<input type="checkbox"/>
Wilmore & Behnke, 1969 - 2 dobras(abdominal e coxa)	Masculino	17	37	<input type="checkbox"/>
Wilmore & Behnke, 1969 - 3 dobras(subescapular, tríceps e coxa)	Feminino	18	48	<input type="checkbox"/>
Yuhasz - 6 dobras(subescapular, tríceps, coxa, supra-iliaca, abdome e peitoral)	Mas/Fem	18	30	<input type="checkbox"/>

Não Selecionados Selecionados

30 Protocolos Listados - 8 Selecionados

Marque na Coluna Sel os Protocolos a utilizar! Tecle 'F3' ou Confirme para Salvar!

Figura 29 - Tela onde o avaliador vincula os protocolos a utilizar
 Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

AvaPhysical - Avaliação Física


Avaliação da Composição Corporal




HISTÓRICO DE AVALIAÇÕES:

Informações para Avaliação (Protocolos são listados baseando-se nas escolhas mais utilizadas para o Sexo e Idade do Cliente)

Data: 25/11/2013 Idade Atual: Hora: 20:21:23

Avaliador: padoca LUCIANO DECIO PACHECO ALMEIDA PRADO NETO

Cliente: 

Protocolo:   

Massa Kg:

Dobras Cutâneas (mm):

Axilar Média	<input type="text"/>	Biceps	<input type="text"/>	Tríceps	<input type="text"/>
SubEscapular	<input type="text"/>	Supra-íliaca	<input type="text"/>	Abdominal	<input type="text"/>
Coxa	<input type="text"/>	Peitoral	<input type="text"/>	Panturrilha	<input type="text"/>




Figura 30 - Tela da avaliação da composição corporal
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

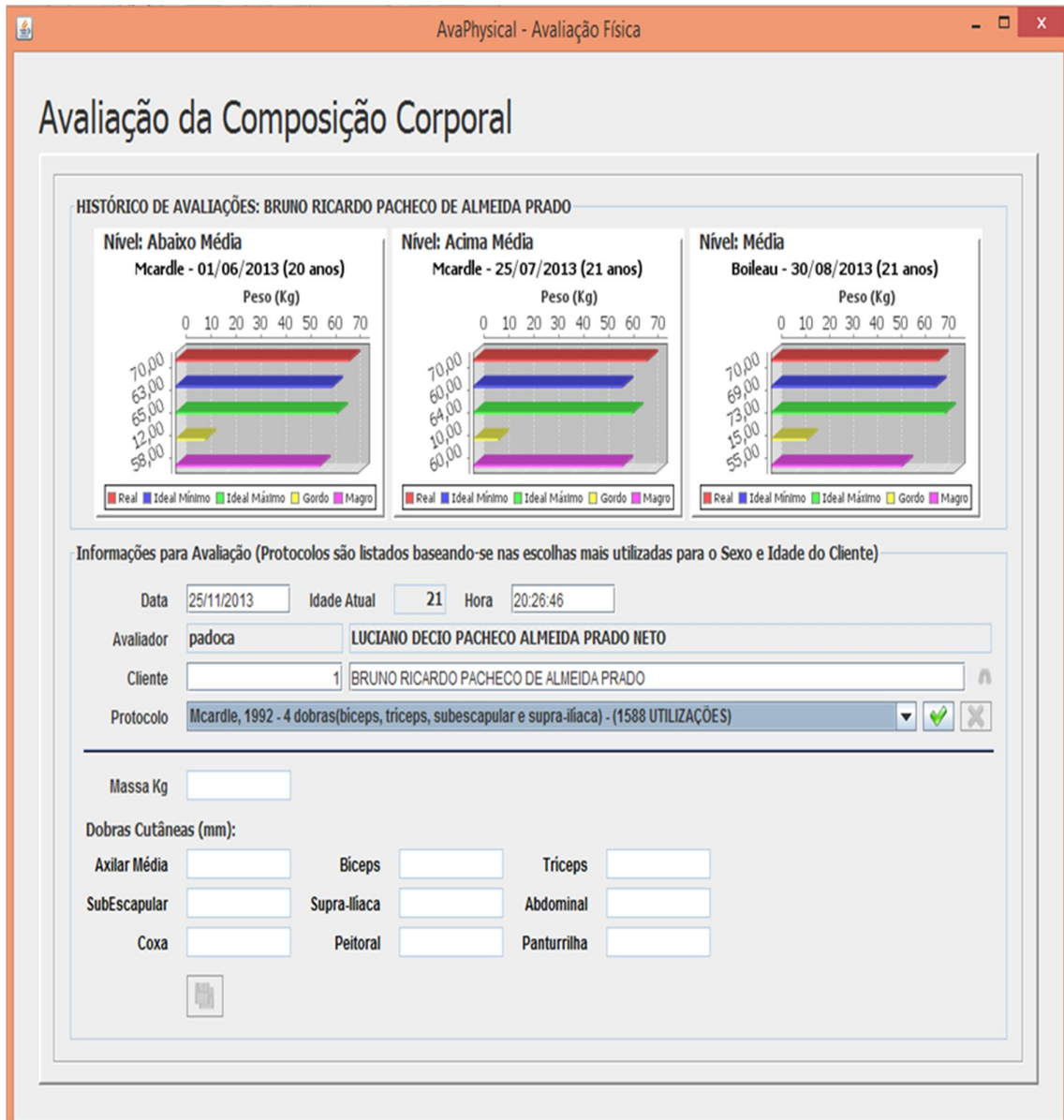


Figura 31 - Exemplo de avaliação mostrando o histórico das 3 últimas avaliações do cliente
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

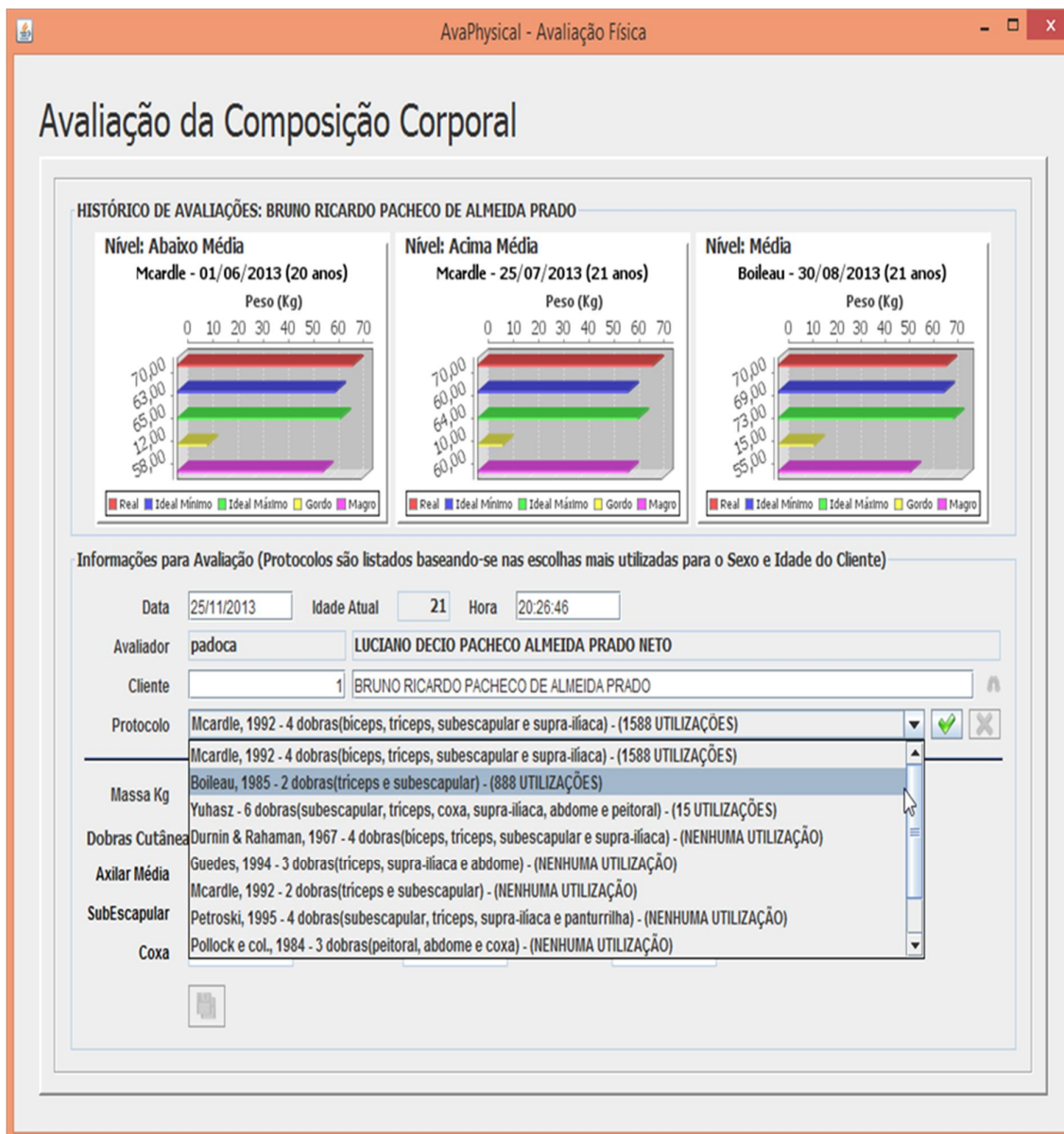


Figura 32 - Escolha do protocolo a ser utilizado na avaliação
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

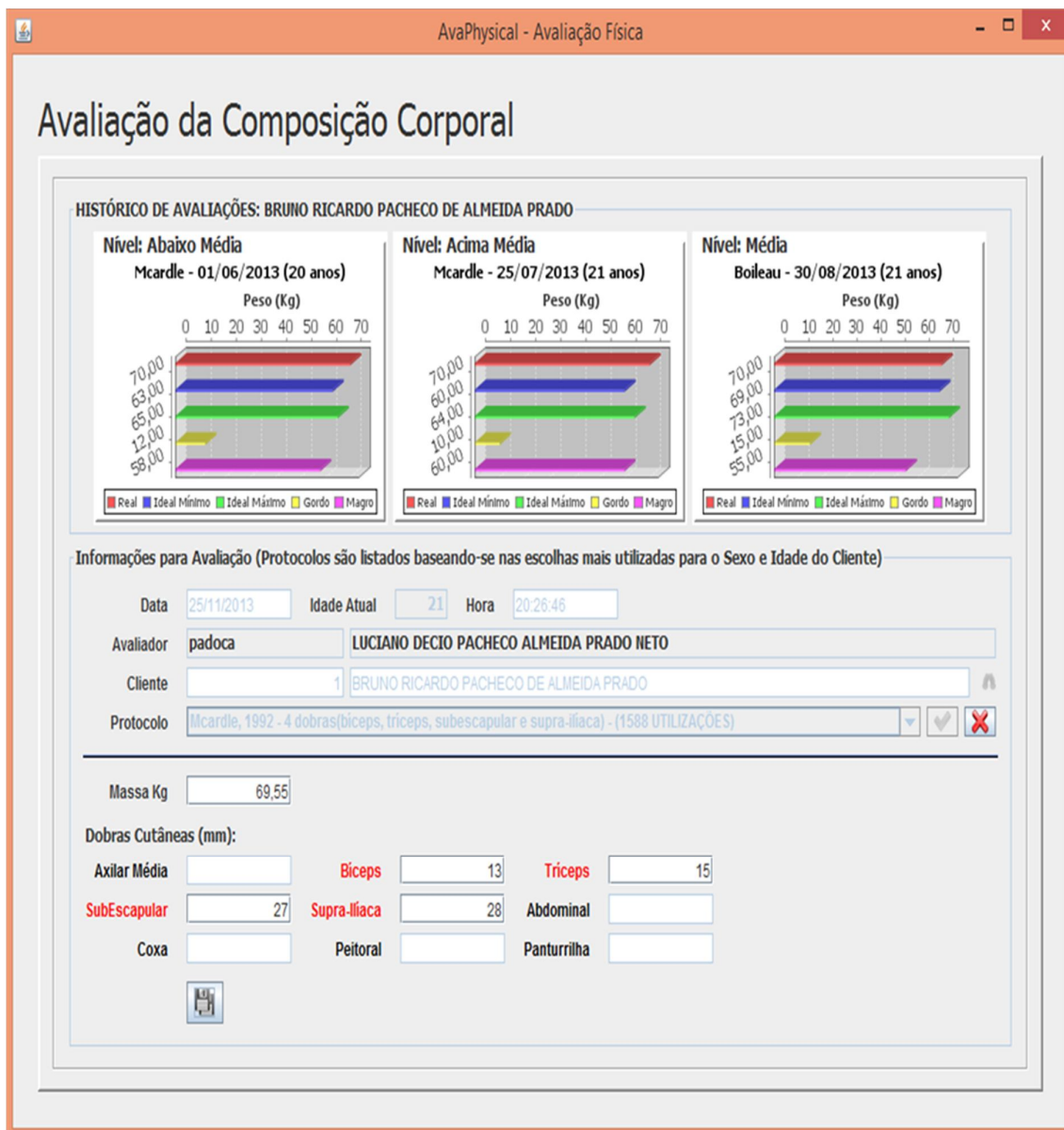


Figura 33 - Informando as dobras cutâneas requeridas para o protocolo escolhido
Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

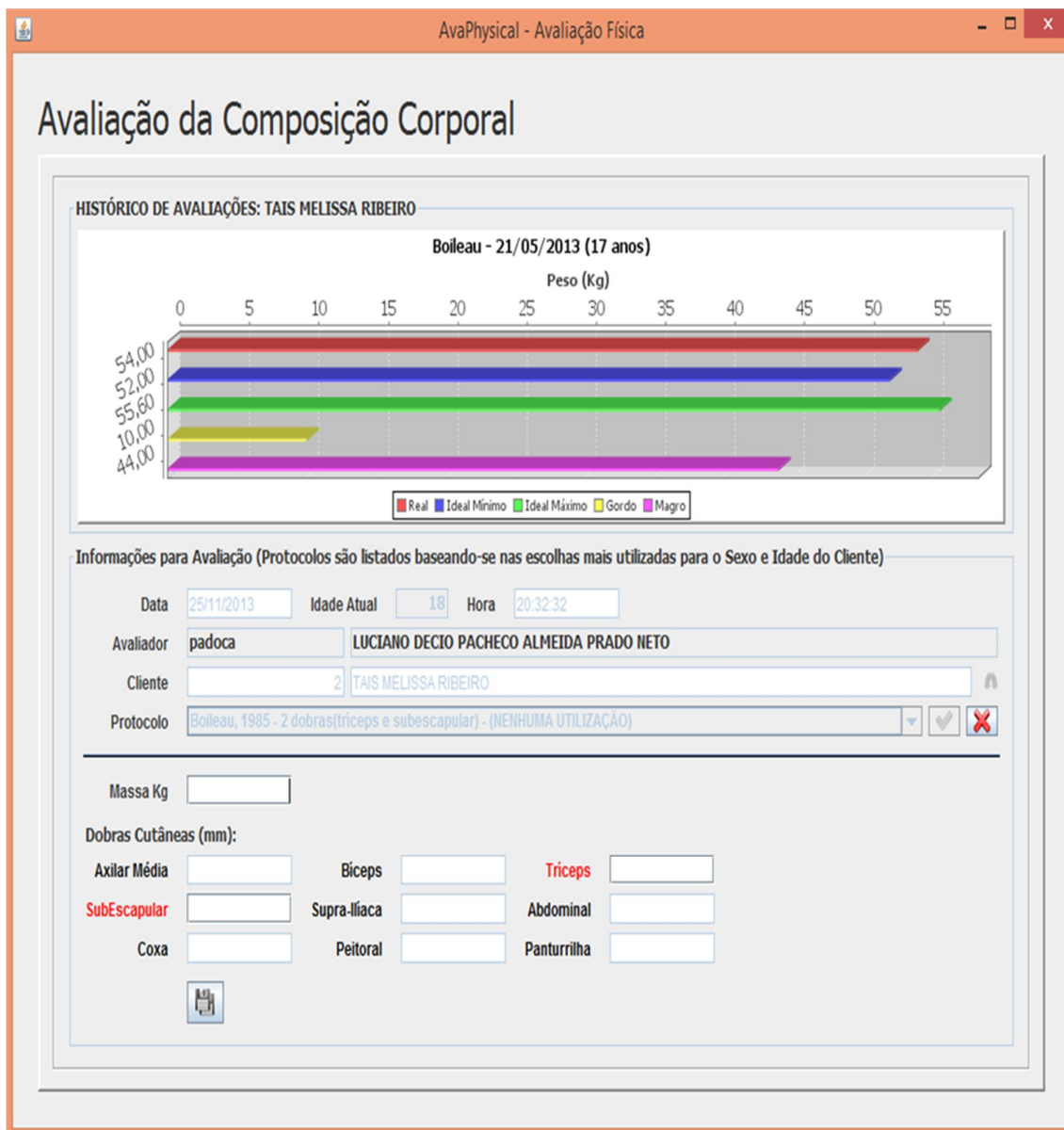


Figura 34 - Exemplo de avaliação com apenas 1 avaliação anterior registrada
 Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

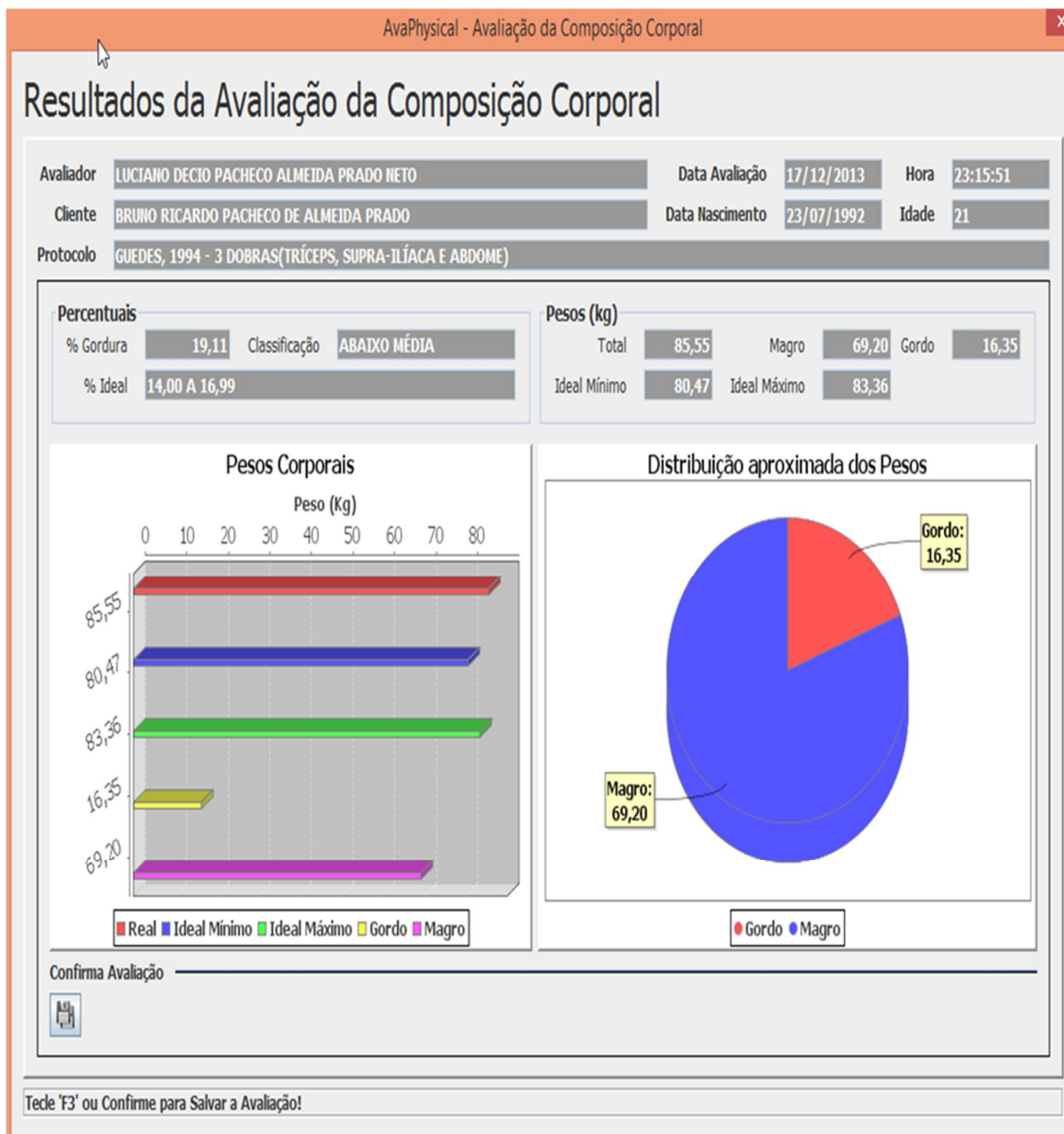


Figura 35 - Resultado de uma avaliação
 Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Desenvolvimento de um sistema especialista para avaliação da composição corporal de crianças, adultos e idosos

Luciano D. P. A. P. Neto, Élvio G. da Silva, Henrique P. Martins, André L. F. Castro, Guilherme A. Martines

Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas – Universidade Sagrado Coração (USC)
Bauru – SP – Brasil

lucianodecicioneto@gmail.com, egsilva@usc.br, henmartins@gmail.com,
andcastro@ig.com.br, gmartines2000@hotmail.com

Abstract. *Due to the growing increase in the number of diseases caused by sedentary lifestyle nowadays, it has become essential to physical activity for individuals, assisting in quality of life and disease control. The physical assessment is of paramount importance for a detailed analysis of the organism from which body composition determines the percentage of fat guy. This work aimed, using an expert system, maximize the quality of assessments of body composition applied, organize and facilitate the work of the evaluator, the evaluation, and development of training applied to individuals, in addition to motivating evaluated with the results. The system was developed in Java, as management system database PostgreSQL and was used as the Glassfish application server. To maximize the assessments of body composition were used artificial intelligence techniques, where the system checks the protocols that are suitable for the client, validating information such as gender, age and ethnicity, thereby preventing the inappropriate choice of protocol to the client. This process was carried out through the search algorithms in amplitude and A^* (A^* - star). Among the advantages of other systems in the area, highlighted by the presentation of the history of customer evaluations when performing a reassessment, which shows up the last 3 reviews performed, presenting the protocol that was used, current weight, body fat percentage ideal weights, and other information useful to the evaluator, leaving visible the evolution of the customer within the applied training.*

Resumo. *Devido ao crescente aumento no número de doenças causadas pelo sedentarismo nos tempos atuais, tornou-se essencial a atividade física para os indivíduos, auxiliando na qualidade de vida e no controle de doenças. A avaliação física é de suma importância para uma análise detalhada do organismo, onde a partir da composição corporal determina-se o percentual de gordura do indivíduo. Este trabalho visou, através de um sistema especialista, maximizar a qualidade das avaliações da composição corporal aplicadas, organizar e facilitar o trabalho do avaliador, quanto a avaliação, e o desenvolvimento do treinamento aplicado aos indivíduos, além de motivar os avaliados com os resultados obtidos. O sistema foi desenvolvido na linguagem Java, como sistema gerenciador de banco de dados foi utilizado o PostgreSQL e como servidor de aplicação o Glassfish. Para maximizar as avaliações da composição corporal foram utilizadas técnicas de inteligência artificial, onde o sistema verifica os protocolos adequados ao cliente a ser avaliado, validando informações como sexo, idade e etnia, evitando assim uma escolha de protocolo inadequado ao cliente. Esse processo foi realizado*

através dos algoritmos de busca em amplitude e A(A-estrela). Entre os diferenciais de outros sistemas da área, destacou-se a apresentação do histórico de avaliações do cliente no momento da realização de uma nova avaliação, onde mostra até as 3 últimas avaliações realizadas, apresentando o protocolo que foi utilizado, peso atual, percentual de gordura, pesos ideais, entre outras informações de grande utilidade para o avaliador; deixando visível a evolução do cliente dentro do treinamento aplicado.*

1. Introdução

O sedentarismo é a principal causa do aumento da incidência de várias doenças. Hipertensão arterial, diabetes, obesidade, aumento do colesterol, infarto do miocárdio são alguns dos exemplos das doenças às quais o indivíduo sedentário se expõe. É considerado o principal fator de risco para a morte súbita, estando na maioria das vezes associado direta ou indiretamente às causas ou ao agravamento da grande maioria das doenças (BARROS NETO, 2009).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o sedentarismo está associado a 3,2 milhões de mortes por ano e a mais de 670 mil mortes prematuras (pessoas com menos de 60 anos). Martins (2000) afirma que o estilo de vida sedentário vem acontecendo há dois séculos em razão da industrialização, pois as evoluções tecnológicas, urbanas e econômicas contribuem de maneira considerável para a sua ocorrência, com essa evolução cada vez mais as pessoas se alimentam com comidas industrializadas e procuram mais conforto no cotidiano, como controle remoto, videogame, carros e computadores. Borudulin et al. (2008) afirmam que a modernidade mudou profundamente a forma como as pessoas executam seus trabalhos, cuidam das casas e utilizam o tempo livre, levando à inatividade. Andersen et al. (1998) argumentaram que com o alto índice de sedentarismo e as mudanças nos hábitos alimentares ao longo das últimas décadas o risco de crianças e adolescentes adquirirem obesidade é muito grande.

Nas projeções efetuadas, em 2008 pela OMS, cerca de 1,5 bilhões de adultos acima dos 20 anos de idade possuem excesso de peso no mundo, sendo que cerca de 200 milhões de homens e 300 milhões de mulheres são obesos. Espera-se que no ano de 2015 esse número suba para os 2,3 bilhões de adultos com excesso de peso e 700 milhões de obesos. No Brasil segundo a OMS, cerca de 52,8% da população com mais de 20 anos de idade tem excesso de peso e 19,5% estão com obesidade classe I, conforme tabela do IMC que podemos ver abaixo.

O excesso de peso é um fator de risco para vários problemas de saúde, tendo relação com o desenvolvimento de litíase biliar, de osteoartrite e de alguns tipos de câncer, como gastrointestinais, colecistopatias, de cólon, de reto, de próstata, de mama, de ovário, endométrio, incluindo distúrbios metabólicos, gota, doenças pulmonares, preconceito, discriminação, que levam a efeitos psicológicos, insatisfação com o corpo e distúrbios alimentares. Além disso, a obesidade é um fator de risco para apneia do sono, refluxo esofagofaríngeo e hérnia de hiato (OMS, 2006).

O índice de massa corporal (IMC) é considerado a medida mais indicada para classificar a quantidade de gordura corporal em adultos, podendo ser usado para estimar a prevalência de obesidade em uma dada população e os riscos associados a ela segundo a OMS, 2000. O excesso de peso é classificado pela OMS como segue a Tabela 1:

Tabela 1. Classificação índice de massa corporal

IMC	CLASSIFICAÇÕES
18,5 - 24,9	Peso normal
25,0 - 29,9	Excesso de peso
30,0 - 34,9	Obesidade classe I
35,0 - 39,9	Obesidade classe II
Maior ou igual a 40,0	Obesidade classe III

Entretanto, Neto (2005) relata que os resultados encontrados a partir do IMC não indicam a qualidade do peso, pois usa apenas a massa corporal e a estatura no seu cálculo, sem discriminar quais as quantidades de massa muscular, gordura e massa óssea. Neste sentido, o fator IMC não é um indicador recomendado para avaliação da composição corporal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Composição corporal é a proporção entre os diferentes componentes corporais e a massa corporal total, sendo normalmente expressa pelas porcentagens de gordura e de massa magra. Pela avaliação da composição corporal, pode-se, além de determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa, utilizar os dados obtidos para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento de crianças e jovens e o estado dos componentes corporais de adultos e idosos (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Devido à série de problemas apresentados, a avaliação física entra como um fator de grande importância, pois é por meio dela que se identifica possíveis fatores de risco relacionados a saúde e a prática de exercícios físicos, podendo ser traçadas metas e elaborar um programa de treinamento de acordo com os principais objetivos do indivíduo avaliado. Junqueira (2012) vai além, dizendo que as avaliações devem ser periódicas e sucessivas, permitindo uma comparação para que possamos acompanhar o progresso do avaliado com precisão, sabendo se houve evolução positiva ou negativa. Dessa forma, é possível reciclar o programa de treinamento e estabelecer novas metas. É de extrema importância elevar o grau de motivação das pessoas em praticar atividades físicas, existem diversos fatores para despertar essa motivação, um deles é quando o indivíduo tem a percepção da auto-eficácia na realização de atividades; baseado nisso o *software* mostrará os resultados das avaliações, apontando a evolução da pessoa, e do treinamento realizado.

Com o *software* um profissional de educação física terá possibilidade de avaliar, monitorar as eficiências do treinamento aplicado e acompanhar possíveis riscos de doenças hipocinéticas. Tudo de forma informatizada deixando seu trabalho muito mais prático, minimizando a margem de erro das avaliações.

2. Avaliação da composição corporal

A medição da composição corporal torna-se primordial em termos de condição física, pois esta avalia a quantidade total e regional de gordura corporal. Heyward e Stolarczyk (2000) relatam que a composição corporal pode ser utilizada para vários fins, tais como:

- Identificar riscos de saúde relacionados a níveis excessivamente altos ou baixos de gordura corporal total.
- Identificar riscos de saúde relacionados ao acúmulo excessivo de gordura intra-abdominal.
- Proporcionar a percepção sobre os riscos de saúde associados à falta ou ao excesso de gordura corporal.
- Monitorizar mudanças na composição corporal associadas a certas doenças.
- Avaliar a eficiência das intervenções nutricionais e de exercícios físicos na alteração da composição corporal.
- Estimar o peso corporal ideal de atletas e não atletas.
- Formular recomendações dietéticas e prescrições de exercícios físicos.
- Monitorizar mudanças na composição corporal relacionadas ao crescimento, desenvolvimento, maturação e idade.

Pesquisas revelam que a forma como a gordura é distribuída no corpo é um fator mais importante para determinar o risco para a saúde do que o percentual total de gordura. O tipo andróide, onde ocorre o acúmulo de gordura na porção central do corpo é o que causa maior risco à saúde quando comparado ao tipo ginóide, onde o acúmulo de gordura se dá preferencialmente nas regiões periféricas do corpo (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

3. Antropometria

É a ciência que estuda e avalia as medidas de tamanho, peso e proporções do corpo humano (COSTA, 2001). Dentro dela encontramos medidas de peso e altura, diâmetros e comprimentos ósseos, espessuras das dobras cutâneas, a partir das quais se desenvolvem equações de predição da composição corporal e valores de referência para populações específicas, circunferência e alguns índices, dentre eles, índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade e índice da relação cintura e quadril.

Costa (2001) afirma que devido ao baixo custo operacional e à relativa simplicidade de utilização, os métodos antropométricos são aplicáveis a grandes amostras e podem proporcionar estimativas nacionais e dados para análise de mudanças. Podendo ser usada para identificar indivíduos em risco de doenças, sendo indicada para pesquisas epidemiológicas de larga escala e propósitos clínicos.

Heyward e Stolarczyk (2000) preconizam que a exatidão e a fidelidade das medidas antropométricas podem ser afetadas por:

- Equipamento.
- Habilidade do avaliador.
- Fatores individuais.
- Equação de predição utilizada.

Quando se trata de equações para estimar a composição corporal as medidas antropométricas mais utilizadas são as pregas de gordura subcutânea (GUEDES; GUEDES, 1998).

Costa (1996) relata que existem dezenas de equações para estimar a composição corporal, contudo, para evitar erros de estimação acentuados, é fundamental selecionar uma equação cujas características da população que a validou sejam semelhantes às da amostra que se pretende estudar.

4. Dobras cutâneas

A técnica antropométrica mediante a mensuração das dobras cutâneas fornece informações significativas sobre a gordura corporal e sua distribuição. Mede-se indiretamente a espessura de duas camadas de pele e a gordura subcutânea adjacente. Essas medidas das dobras para estimar o percentual de gordura corporal baseiam-se no fato de que aproximadamente 50% da gordura contida no corpo se localizam imediatamente sobre a pele (KATCH; MCARDLE, 1984).

Katch e McArdle (1984) apontam duas formas de utilização das dobras cutâneas:

- Resultado da soma das medidas, para indicar teores relativos de gordura entre indivíduos, e também para verificar mudanças no conteúdo de gordura corporal antes e depois de um programa de treinamento físico.
- Conjunto de equações matemáticas, concebidas para a avaliação da densidade corporal ou do percentual de gordura, sendo que são específicas para cada grupo populacional.

Segundo Heyward e Stolarczyk (2000), aproximadamente 3 a 9% da variabilidade em medidas de dobras cutâneas podem ser atribuídas a erro de medida devido a diferenças entre avaliadores. Para que a diferença seja a menor possível deve haver uma padronização dos procedimentos da medição, com relação a marcação do local do medidor (adipômetro) e bom conhecimento das localizações anatômicas.

As dobras cutâneas são medidas através de um instrumento chamado adipômetro, cujas normas de construção estão padronizadas. Hoje em dia existem vários tipos de adipômetros no mercado, uns mais em conta, outros não, de diferentes materiais, tem que ter um cuidado, pois eles devem exercer uma pressão constante de 10 g/mm² sobre a pele e permitirem leituras até às décimas de milímetro, para uma boa medição, outra medida é ao longo das avaliações sempre usar o mesmo adipômetro (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Um fator essencial, é a equação de predição utilizada, pois devem ser selecionadas com base na idade, sexo, etnia e nível de atividade física (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

5. Inteligência artificial

Bottino e Laurentini (2001) definem a inteligência artificial (IA) como um segmento da ciência da computação que propõe diversas técnicas e recursos no desenvolvimento de programas inteligentes, ou seja, capazes de tomar uma decisão semelhante ao ser humano.

Plemenos e Miaoulis (2009) declaram que as principais características dos programas de IA são:

- Manipulação de conceitos: São capazes de processar conceitos e não apenas dados numéricos.
- Uso de heurísticas: Frequentemente utilizam métodos heurísticos para resolver problemas em que nenhuma solução pode ser obtida através de algoritmos conhecidos. Estes métodos não garantem que a melhor solução será encontrada, mas oferece uma probabilidade elevada de encontrar uma boa solução.

- Representação do conhecimento: Diferentemente dos outros programas, o conhecimento em programas com IA é representada de forma explícita.
- Pode permitir dados imprecisos: Dependendo do método de tomada de decisão adotado suporta dados imprecisos ou incompletos.
- Permite múltiplas soluções: Quando um dado é impreciso, a resolução do problema pode ser dada de diversas maneiras.
- Capacidade de aprender: Sistemas inteligentes deve integrar mecanismos de aprendizado da máquina, a fim de ter raciocínio o mais próximo da capacidade humana.

Luger (2004) afirma que as duas preocupações fundamentais em IA são a representação do conhecimento e a busca.

6. Algoritmos de busca

Dentro da IA existem vários subgrupos de estudos, entre eles estão "otimização e busca", Russel e Norvig (2004) definem como algoritmos de busca como responsáveis por encontrar uma sequência de ações para a resolução de um impasse ou problema, quando uma simples ação não é suficiente para resolvê-lo. Algoritmos de busca funcionam da seguinte maneira: Recebe um problema, faz uma busca em todo o espaço de busca, acha as melhores saídas, ou seja relaciona as ações mais eficientes para a resolução do problema, elimina as ações que não satisfazem, retorna a solução através de uma sequência de atos a serem executados.

Existem inúmeros algoritmos de busca, a escolha adequada depende do tipo de problema específico que quer resolver (LUGER, 2004).

7. Busca em amplitude ou largura

Também conhecido em inglês como Breadth-First Search (BFS), a busca em amplitude é um método de busca não informada (ou desinformada) que expande e examina todos os vértices de um grafo direcionado ou não direcionado. Podemos dizer que o algoritmo realiza uma busca exaustiva num grafo passando por todas as arestas e vértices. A busca em amplitude é um dos algoritmos mais simples para se percorrer um grafo e é o arquétipo de muitos algoritmos de grafos importantes.

O algoritmo deve visitar todos os vértices e arestas uma única vez, para isso, utiliza-se uma estrutura de dados em fila. Russel e Norvig (2004) afirmam que esse algoritmo é completo e ótimo, entretanto, apresenta duas principais desvantagens: a primeira é o requisito de memória e a segunda é o tempo de execução. Com isso se a solução do problema estiver em uma profundidade elevada, levará muito tempo para que a encontre ou a memória do computador se esgotará.

8. Busca A* (A-estrela)

Busca A* é um algoritmo de busca heurística, ou seja, utiliza o conhecimento específico do problema para encontrar soluções de forma mais eficiente do que as estratégias de busca sem informação. A informação, definida por uma função heurística, por exemplo, alunos do sexo masculino, com idade de 20 anos, é

utilizada na aplicação da função de avaliação de qual o próximo nó deve ser expandido. Segundo Russel e Norvig (2004) a busca A* é uma das técnicas de busca mais utilizadas, sendo reconhecida pelo seu desempenho, precisão e eficiência. É completa e ótima desde que nunca se superestime o custo real, ou seja, sempre que se utilize uma heurística admissível.

Para expandir um número mínimo de nós o algoritmo necessita de alguma informação indicando qual dos nós será expandido, se um nó que não leva ao caminho ótimo for expandido será um esforço inútil para a solução final e se nós que podem levar ao caminho ótimo forem ignorados pode comprometer o resultado final (HARD; NILSSON; RAPHAEL, 1968).

9. Sistema Especialista

Os sistemas especialistas são definidos com uma aplicação da inteligência artificial que é capaz de adquirir e disponibilizar o conhecimento operacional de um especialista, solucionando problemas que são resolvíveis por especialistas de uma certa área. São projetados para atender uma aplicação específica e limitado do conhecimento humano, apoiado no conhecimento da base de informações é capaz de tomar uma decisão. Além disso, deve ser capaz de aprender novos conhecimentos, melhorando a qualidade das decisões (MANCHINI; PAPPÀ, 2003).

Embora os sistemas especialistas e especialistas humanos possam desempenhar tarefas idênticas, suas características são criticamente distintas e, mesmo havendo vantagens evidentes dos sistemas especialistas, eles não serão capazes de substituir os especialistas humanos em todas as situações. Os especialistas humanos têm altos salários, porém podem reorganizar as informações de que dispõem e usá-las para sintetizar novos conhecimentos, manusear eventos inesperados usando imaginação ou novas abordagens, mas são imprevisíveis, podem sofrer alterações no humor, afetando o diagnóstico. Se forem questionados sobre informações que não disponha ou não existam na mesma hora ele responde que não sabe, ou que aquilo não existe. Já o sistema especialista têm o custo nominal de rodar em um computador o programa, seu trabalho é uma rotina, sem criatividade nem inspiração, porém são consistentes e inflexíveis em suas decisões (MANCHINI; PAPPÀ, 2003).

10. Metodologia

O software se baseia em 2 tipos de busca, busca em amplitude ou largura e busca A*, a busca em amplitude para encontrar os protocolos ideais para o indivíduo a ser avaliado, e a busca A* para filtrar e organizar os protocolos de acordo com os mais utilizados no software, de acordo com o sexo e idade do cliente a ser avaliado, ela faz isso para cada protocolo considerado ideal pelo algoritmo de busca em largura, com isso auxilia o avaliador, indicando os protocolos mais utilizados dentro da organização (empresa) para aquele tipo de cliente.

A busca em amplitude é utilizada para encontrar os protocolos ideais para o indivíduo a ser avaliado, foi utilizada, pois, ela expande todos os nós, começando dos de menor profundidade, e para nosso objetivo se encaixa perfeitamente, pois deve percorrer toda a lista de protocolos, um a um, selecionando os considerados ideais, onde nosso resultado não é um único protocolo, e sim todos que são ideais para o indivíduo,

ou seja, retornar uma lista para o avaliador de todos protocolos adequados para aquele cliente.

A busca é iniciada no programa de avaliação da composição corporal, no momento em que o avaliador informa a data da avaliação e o cliente que será avaliado, nesse momento a busca é chamada tratando informações como a idade atual do cliente dentro da data que será avaliado, e o sexo, para enfim buscar os protocolos ideais para ele, lembrando que os protocolos que serão validados depende de cada avaliador, pois, cada avaliador tem seu cadastro de protocolos vinculado.

Com a lista de protocolos adequados preenchida, é realizada a busca A*, para através dos protocolos considerados ideais, organiza-los de acordo com os mais utilizados para aquele tipo de cliente (sexo e idade), auxiliando o avaliador numa melhor escolha a partir das utilizações realizadas dentro da organização em que o sistema está operando.

Foi utilizada a busca A*, pois é uma busca ótima em que se baseia sempre no melhor caminho, de acordo com a função heurística em que está orientado, sempre nas melhores escolhas, com isso, avaliando cada protocolo considerado ideal, a busca A* irá buscar dentro das avaliações já realizadas, o número de utilizações de cada protocolo, indicando os mais utilizados para aquele tipo de cliente ao avaliador, orientando-o a uma escolha mais adequada dentro da organização. Porém, mesmo com a busca apresentando os mais utilizados, não impediremos o avaliador de utilizar um protocolo menos utilizado, pois, todos os que estão listados são considerados ideais para aquele tipo de cliente, então a escolha é livre dentro deles.

11. Diferenciais

Dentro do sistema, diferentemente de outros *softwares* que existem no mercado, cada avaliador terá seus protocolos preferidos, definindo os protocolos que deseja vincular para futuras avaliações, onde nas avaliações será respeitado o seu ramo de protocolos. Isso deixará ainda mais bem definida as avaliações, onde o leque de protocolos adequados ficará com o perfil de cada avaliador, evitando utilizar protocolos desconhecidos, ou que não são os mais conceituados para o avaliador.

Dos diversos softwares do mercado, a grande maioria não valida o protocolo que será utilizado, se o mesmo é adequado ou não para o cliente a ser avaliado, para isso, passa por uma série de validações, tais como, peso, sexo, somatório de dobras, etnia entre outras, a escolha do protocolo ideal a ser aplicado não é uma tarefa tão simples, levando em alguns casos a escolha de uma equação inadequada, comprometendo a avaliação, levando a mudanças no treinamento aplicado que podem comprometer a evolução do indivíduo. Com o *software*, a escolha da avaliação será automatizada, trazendo automaticamente os protocolos ideais para o indivíduo, evitando erros e maximizando a avaliação.

Outro ponto forte do software são as tabelas de referência do percentual de gordura corporal, após cada avaliação realizada será apresentado o nível de condição que se encontra o cliente avaliado, se ele está dentro da média do % de gordura, se está alto, muito baixo, excelente, etc., onde o avaliador através desse nível pode relacionar com o perfil de doenças, problemas de saúde em que o seu cliente possa estar correndo risco.

No sistema dentro de cada avaliação, assim que informado a data da avaliação e o cliente, o sistema buscará as últimas avaliações do cliente, trazendo o histórico em tela, mostrando informações como: data das avaliações, protocolos que foram utilizados, níveis do % de gordura, massa gorda, massa magra, pesos ideais, facilitando e muito o avaliador na escolha do protocolo a ser feita a avaliação atual, e também podendo visualizar a evolução do cliente, nas últimas avaliações, e até na que está sendo realizada.

12. Resultados

Para avaliação da fidedignidade dos resultados apresentados pelo software, utilizou-se alguns indivíduos como amostra e foi realizado a avaliação da composição corporal por meio do método de dobras cutâneas. Na sequência o percentual de gordura foi calculado manualmente, e posteriormente realizou-se o mesmo procedimento utilizando o *software* em questão como forma de comparar os valores apresentados.

Um profissional da área de educação física avaliou indivíduos de ambos os gêneros e diferentes faixas etárias como forma de avaliar todas as equações propostas e comprovar sua eficácia e acuracidade.

Segue a Figura 1 para demonstrar o momento da escolha dos protocolos ideais para o cliente.

Avaliação da Composição Corporal

HISTÓRICO DE AVALIAÇÕES: BRUNO RICARDO PACHECO DE ALMEIDA PRADO

Nível	Data	Idade	Protocolo	Real (Kg)	Ideal Mínimo (Kg)	Ideal Máximo (Kg)	Gordo (%)	Magro (%)
Abaixo Média	01/06/2013	20 anos	Mcardle, 1992 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca) - (1588 UTILIZAÇÕES)	58,00	55,00	63,00	12,00	70,00
Acima Média	25/07/2013	21 anos	Mcardle, 1992 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca) - (1588 UTILIZAÇÕES)	60,00	55,00	64,00	10,00	70,00
Média	30/08/2013	21 anos	Boileau, 1985 - 2 dobras(tríceps e subescapular) - (888 UTILIZAÇÕES)	73,00	69,00	70,00	15,00	55,00

Informações para Avaliação (Protocolos são listados baseando-se nas escolhas mais utilizadas para o Sexo e Idade do Cliente)

Data: 25/11/2013 | Idade Atual: 21 | Hora: 20:26:46

Avaliador: padoca | LUCIANO DECIO PACHECO ALMEIDA PRADO NETO

Cliente: 1 | BRUNO RICARDO PACHECO DE ALMEIDA PRADO

Protocolo: Mcardle, 1992 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca) - (1588 UTILIZAÇÕES)

Massa Kg: 70,00

Dobras Cutânea: Durnin & Rahaman, 1967 - 4 dobras(bíceps, tríceps, subescapular e supra-iliaca) - (NENHUMA UTILIZAÇÃO)

Axilar Média: Guedes, 1994 - 3 dobras(tríceps, supra-iliaca e abdome) - (NENHUMA UTILIZAÇÃO)

SubEscapular: Mcardle, 1992 - 2 dobras(tríceps e subescapular) - (NENHUMA UTILIZAÇÃO)

Coxa: Petroski, 1995 - 4 dobras(subescapular, tríceps, supra-iliaca e panturrilha) - (NENHUMA UTILIZAÇÃO)

Pollock e col., 1984 - 3 dobras(peitoral, abdome e coxa) - (NENHUMA UTILIZAÇÃO)

Figura 1. Escolha do protocolo a ser utilizado na avaliação

13. Considerações finais

O sistema se mostrou bastante consistente com as informações, trabalhando com um universo amplo de protocolos, sempre trazendo os resultados esperados. Os processos, transações, cálculos tiveram um ótimo desempenho, com um tempo de resposta bem rápido para o usuário.

Foram feitos testes com vários computadores utilizando o sistema simultaneamente, e se comportou muito bem, onde fica a possibilidade de utilizar o sistema em um ambiente corporativo tranquilamente.

A interface do sistema ficou bastante entendível, bem simples e organizada, facilitando o trabalho do avaliador.

O objetivo do trabalho foi atingido, fazendo com que os protocolos fossem respeitados de acordo com o cliente a ser avaliado, não deixando que se comprometa a avaliação, além de organizar e facilitar o trabalho do avaliador na realização da avaliação.

Os históricos das últimas avaliações realizadas foram muito bem vistos pelo profissional de educação física, trazendo mais informações do cliente no momento da avaliação, mostrando toda evolução dentro dos treinamentos, foi classificado com um grande diferencial se comparado com outros sistemas da área.

Uma limitação do trabalho foi a falta de relatórios e consultas, onde acrescentam muita informação dentro do sistema, fica a ressalva para trabalhos futuros.

14. Referências

ANDERSEN, R. E. et al. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*, 279:938-942, 1998.

BARROS NETO TL. Doença e Prevenção: sedentarismo. Disponível em: <http://www.emedix.com.br/doi/mes001_1f_sedentarismo.php#texto1/>. Acesso em: 07 mar. 2013.

BORODULIN, K. et al. Thirty-year trends of physical activity in relation to age, calendar time and birth cohort in Finnish adults. *European Journal of Public Health*. 18: 339-344, 2008.

BOTTINO, A., LAURENTINI, A. Experimenting with non instructive motion capture in a virtual environment. *The visual Computer* 17(1), p. 14–29. 2001.

COSTA, R. Composição corporal: Teoria e Prática da Avaliação. Manole, 2001.

COSTA, R. F. Avaliação Física. São Paulo. Fitness Brasil Collection, 1996.

GUEDES, D. P.;GUEDES, J. E. R. P. Controle do Peso Corporal: Composição Corporal, Actividade Física e Nutrição. Londrina. Midiograf, 1998.

HARD, P. E.; NILSSON, N. J.; RAPHAEL, B. A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 1968.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. Avaliação da composição corporal aplicada. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2000.

JUNQUEIRA, Diana. Avaliação Física. Disponível em <[HTTP://www.grupospeedfitness.com.br/outros-servicos](http://www.grupospeedfitness.com.br/outros-servicos)> Acessado em 15 mar 2013 .

KATCH, F. I., MCARDLE, W. D. Nutrição, Controle de Peso e Exercício. Rio de Janeiro: Médica Científica Ltda, 1984.

LUGER, G. F. Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos. trad. Paulo Engel. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MANCHINI, Daniella Patrícia. PAPP, Gisele Lobo. Sistemas Especialistas.<<http://www.din.uem.br/ia/intelige/especialistas/especialistas>>Acesso em: 09 nov. 2013.

MARTINS, M. O. Estudo dos fatores determinantes da prática de atividades físicas de professores universitários. 2000. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)–Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

PLEMENOS, D. and MIAOULIS, G. VisualComplexity and Intelligent Computer Graphics Techniques Enhancements. Springer-Verlag New York Inc. Berlin Heidelberg, 2009.

RUSSELL, S. & NORVIG, P. Inteligência artificial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global Health Observatory Data Repository. 2013 [citado 21 abril 2013]. Disponível em: <<http://apps.who.int/gho/data/view?.main.2463>>. Brasil MdS. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.