

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

Luciano Decio Pacheco de Almeida Prado Neto¹
mariaaparecidapiragine@gmail.com

Elvio Gilberto da Silva²

Guilherme Augusto Martines³

William Carlos Galvão⁴

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

¹ Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP

² Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP

³ FJau - Faculdades integradas de Jaú

⁴ Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP

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.
- 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.

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; 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).

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 ideias, organizá-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 seqüência 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.

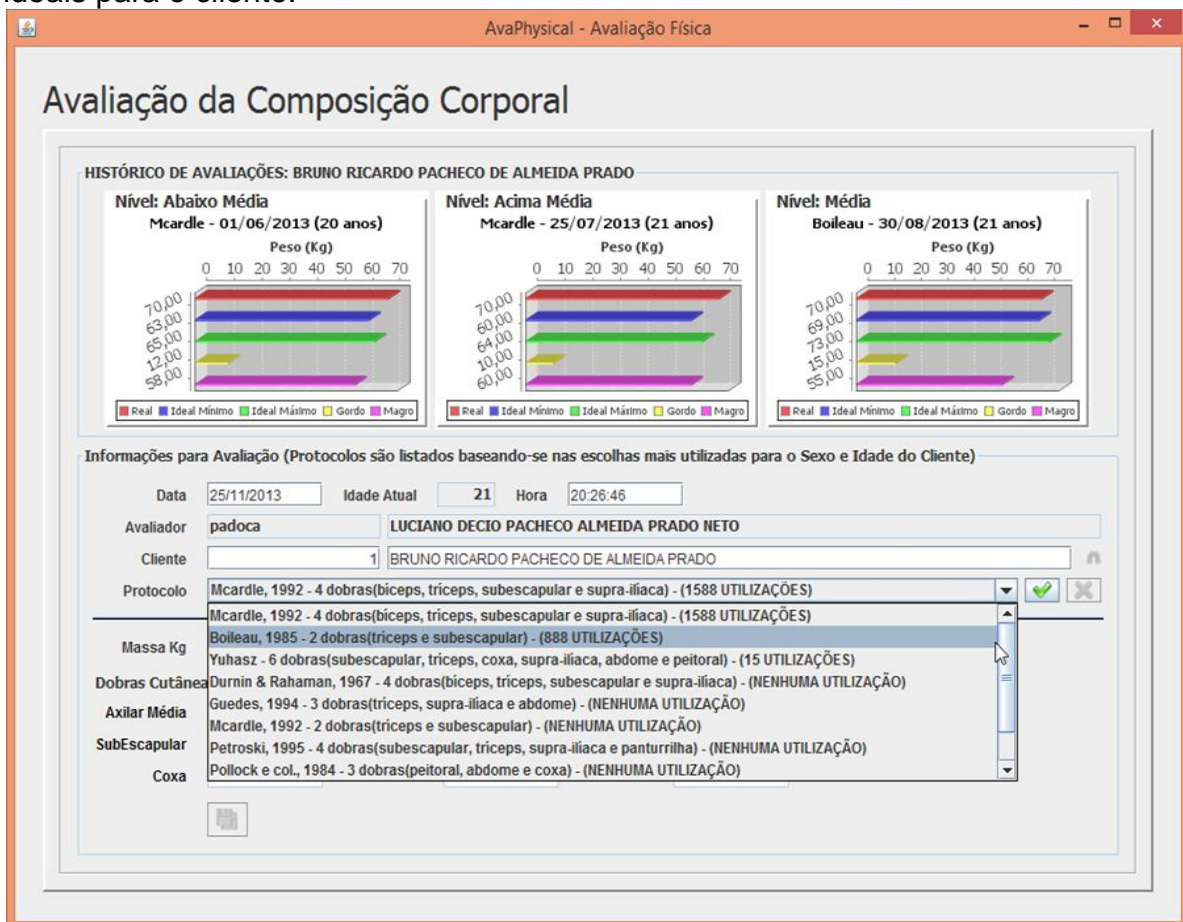


Figura 1. Escolha do protocolo a ser utilizado na avaliação

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. PAPPA, 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.