

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Fisioterapia
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Evolução de variáveis fisiológicas e análise de eficiência
(DEA) de mulheres senescentes submetidas a um
programa prolongado de atividades físicas

Camila Fernanda Borges

São Carlos
2008

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Fisioterapia
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Evolução de variáveis fisiológicas e análise de eficiência
(DEA) de mulheres senescentes submetidas a um
programa prolongado de atividades físicas

Camila Fernanda Borges

Dissertação de Mestrado sob orientação do Professor Dr. José Rubens Rebelatto apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia.

São Carlos

2008

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B732ev

Borges, Camila Fernanda.

Evolução de variáveis fisiológicas e análise de eficiência (DEA) de mulheres senescentes submetidas a um programa prolongado de atividades físicas / Camila Fernanda Borges.

-- São Carlos : UFSCar, 2008.

147 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Envelhecimento. 2. Idosos. 3. Atividade física. 4. AED (Análise Envolvória de dados). 5. Eficiência organizacional. I. Título.


CDD: 612.67 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE **Camila Fernanda Borges**, APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 18 DE MARÇO DE 2008.

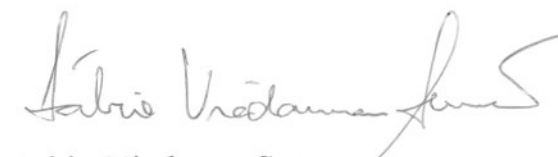
BANCA EXAMINADORA:



José Rubens Rebelatto
(UFSCar)



Marcelo Seido Nagano
(USP-São Carlos-S.P.)



Fábio Viadanna Serrão
(UFSCar)

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista aos meus Pais, **Marlene e Walmique**, pelo amor incondicional, pelo incentivo, por acreditarem em mim, pela formação que me deram e pelo exemplo de vida.

À minha irmã **Ana Carolina** e aos meus familiares, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

Ao meu esposo, **José Geraldo**, pela cumplicidade, pelo apoio, pelo companheirismo, pela ajuda oferecida em cada minuto da minha vida e por um motivo ainda mais especial: “Por ser a razão disso tudo”

AGRADECIMENTOS

Devo meus agradecimentos ao meu professor, orientador, colaborador e acima de tudo ao meu amigo **Prof. Dr. José Rubens Rebelatto**.

À Universidade de São Paulo – USP, departamento de Engenharia de Produção (São Carlos), pois sem a colaboração desta equipe este trabalho não seria possível.

À Profa. Dra. Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto, pela orientação e amizade.

À Ms. Mariana de Almeida pelo incentivo, pela colaboração, ensinamentos e apenas pela amizade construída no decorrer deste processo.

Aos **amigos** que tive a oportunidade de cultivar no Departamento da Engenharia de Produção – USP. Muito obrigada pelo carinho no qual fui recebida.

À Equipe de profissionais da “**Universidade Aberta da Terceira Idade**” pelo apoio e espaço cedido para esta realização.

À todos **meus amigos** da equipe de trabalho do **Programa de Revitalização Geriátrica**, que sem dúvida tiveram importante participação nesta conquista.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES) pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa.

E agradeço principalmente cada participante deste estudo, pela colaboração, pela disposição, pelo bom humor, pelo grande incentivo e pela lição de vida de tive com cada uma delas. Muito Obrigada.

RESUMO

BORGES, Camila Fernanda. *Evolução de variáveis fisiológicas e análise de eficiência (DEA) de mulheres senescentes submetidas a um programa prolongado de atividades físicas*. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia). Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

OBJETIVOS: identificar a evolução das variáveis fisiológicas “índice de massa corporal”, “força muscular”, “flexibilidade”, “equilíbrio” e “condicionamento aeróbio (VO₂ máx)” de mulheres senescentes submetidas a um programa de atividade física prolongado e verificar a eficiência das mulheres durante o programa, por meio da Análise por envoltória de dados (DEA). **MÉTODO:** Participaram do programa de revitalização geriátrica 120 mulheres, com idades compreendidas entre 50 e 79 anos, com idade média de 60,87±7,81 anos, não – institucionalizadas e residentes na cidade de São Carlos. Foram realizadas oito avaliações no decorrer de dois anos, sendo uma antes do início do programa de atividades físicas e as outras, em intervalos de aproximadamente três meses. Em todas as avaliações foram medidas as seguintes variáveis: pressão arterial, frequência cardíaca, peso e altura (para o cálculo do Índice de Massa Corporal), força muscular, flexibilidade, equilíbrio (estático e dinâmico) e resposta ao esforço físico (VO₂ máx). Cada sessão de atividade física envolveu exercícios de alongamentos miofasciais passivos dos principais grupos musculares, exercícios de resistência aeróbia, exercícios de força, potência e resistência adaptados, atividades de coordenação, agilidade e flexibilidade, exercícios respiratórios e de relaxamento e hidratação em dois momentos da sessão. Os dados referentes à evolução das variáveis fisiológicas foram analisados por meio do método de Bonferroni e pelo método de Friedman, respeitando nível de significância $\alpha=0,05$. No que tange a análise da eficiência das participantes, foram considerados os indivíduos que participaram das oito avaliações e que tiveram frequência superior a 74% , porém para análise do DEA, foram utilizadas a terceira, a quinta e a sétima avaliações, já que o controle de frequência das idosas era concluído pelos professores a cada seis meses. Vale ressaltar que para análise geral do programa foram construídas

planilhas com o número total de sessões realizadas no período de 18 meses, o tempo total de realização de cada exercício e a frequências das idosas durante todo o programa. **RESULTADO:** houve melhora em todas as variáveis estudadas (IMC, força, flexibilidade, equilíbrio e VO₂ máx), porém esta só foi estatisticamente significativa nas variáveis flexibilidade ($p=0,000$), equilíbrio ($p=0,000$) e VO₂máx ($p=0,0004$). Em relação à eficiência, foi possível observar que a maioria das mulheres foram eficientes (alcançaram nível de eficiência superior a 60%) ao longo do programa de exercícios e também em todas as avaliações estudadas (terceira, quinta e sétima avaliações). Além disso, observou-se a necessidade de alterações no programa de atividade física para que uma parcela ainda maior alcance níveis mais elevados de eficiência. **CONCLUSÃO:** por meio da análise dos resultados foi possível verificar que um programa de atividade física prolongado é capaz de alterar positivamente as variáveis fisiológicas de mulheres senescentes e que estas foram eficientes ao longo deste programa de exercícios.

Palavras chaves: idosas, atividade física, DEA, eficiência

ABSTRACT

BORGES, Camila Fernanda. *Evolução de variáveis fisiológicas e análise de eficiência (DEA) de mulheres senescentes submetidas a um programa prolongado de atividades físicas*. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia). Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

OBJECTIVE: To identify the evolution of the physiologic variable “corporal mass index”, “muscular force”, “flexibility”, “balance” and “aerobic conditioning” (VO₂ max) of elderly women submitted to a long physical activity program and to verify the women’s efficiency during the program, through the Data envelopment Analysis (DEA). **METHOD:** 120 women participated, with ages between 50 and 79, average age 60,87 ± 7,81 years old, not institutionalized and resident in Sao Carlos. Eight evaluations were accomplished during two years, being one before the beginning of the program of physical activities and the other ones, in intervals of approximately three months. In all the evaluations the following variables were measured: blood pressure, heart frequency, weigh and height (for the calculation of the Index of corporal mass) muscular forces, flexibility, balance (static and dynamic) and response to physical effort (VO₂ max). Each section of physical activity involved prolongation mioface passive exercises of the main muscular groups, exercises of aerobic resistance, power and resistance, coordination activities, agility and flexibility, breathing exercises, relaxation and hydratation in two moments of the session. The data regarding the evolution of the physiologic variables were analyzed through the method of Bonferroni and the Method of Friedman, respecting a significance level of $\alpha = 0,05$. With reference to the analyses of the efficiency of the participants, were considered the individuals that participated of the eight evaluations and had frequency superior to 74%, but for the analyses of the DEA, were used the third, the fifth and seventh evaluation, since the control of the senior’s attendance was concluded by the teachers every six months. It is interesting to note that for the general analysis of the program spreadsheets with the total number of sessions were built with the total number of sessions accomplished during eighteen months, total time of each exercise and the attendance of the elderly women during the whole program. **RESULT:** There was an improvement in all

the variables studied (IMC, force, flexibility, balance and VO₂ max), but it was statistically significant in the variables flexibility ($p = 0,000$), balance ($p = 0,000$) and VO₂ max ($p = 0,0004$). With reference to the efficiency, it was possible to observe that most of the women were efficient (they reached an efficiency level above 60%) along the program of exercises and also in all the evaluation studied (third, fifth and seventh evaluations). Besides, it was observed the necessity of alterations in the program of physical activity, so that, a portion still larger reaches higher efficiency levels. **CONCLUSION:** Through the analyses of the results it was possible to verify that a long physical activity program is able to alter positively the physiologic variables of the elderly women and that they were efficient along this program of exercises.

Key words: Elderly (senior), Physical activity, DEA, efficiency.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Matriz de Correlação entre as variáveis <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	56
Tabela 2. Apresentação esquemática das DMUs, <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fronteira de eficiência.....	37
Figura 2. Medida de pressão arterial e Frequência Cardíaca.....	45
Figura 3. Medida de peso e altura para cálculo do IMC.....	46
Figura 4. Verificação da força preensão manual.....	47
Figura 5. Medida da Flexibilidade Corporal.....	47
Figura 6. Teste de Velocidade Máxima ao andar.....	48
Figura 7. Rockport Walking Test ou teste da milha.....	49
Figura 8. Esquema representativo das tomadas de medida (M), semanas de atividade (sa) e semanas de descanso (sd).....	50
Figura 9. Alongamentos miofasciais.....	51
Figura 10. Exercícios de Resistência Aeróbia.....	52
Figura 11. Exercícios de força, potência e resistência adaptados.....	52
Figura 12. Atividades de coordenação, agilidade e flexibilidade.....	53
Figura 13. Exercícios respiratórios e de relaxamento.....	53
Figura 14. Hidratação das idosas.....	54
Figura 15. Evolução da Variável Índice de Massa Corporal durante o programa de atividade física.....	61
Figura 16. Evolução da Força Muscular manual durante o programa e atividade física.....	62
Figura 17. Evolução da Flexibilidade Corporal durante o decorrer do programa de atividade física.....	63
Figura 18. Evolução do Equilíbrio Dinâmico durante o programa prolongado e atividade física.....	64

Figura 19. Evolução do $VO_{2MÁX}$ durante o programa prolongado de atividade física.....	65
Figura 20. Representação Esquemática do DEA referente à Terceira avaliação.....	66
Figura 21. Representação Esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA referente aos seis meses de programa de atividades físicas.....	67
Figura 22. Representação Esquemática do DEA referente à Quinta avaliação	68
Figura 23. Representação Esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA referente aos doze meses de programa de atividades físicas	69
Figura 24. Representação Esquemática do DEA referente à Sétima avaliação.....	70
Figura 25. Representação Esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA referente aos dezoito meses de programa de atividades físicas	71
Figura 26. Representação Esquemática do DEA referente à análise Total (início ao final do programa de atividade física.....	72
Figura 27. Representação Esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA ao final do Programa de atividades físicas.....	73
Figura 28. Representação Esquemática da idosa 14 que se mostrou 100% eficiente durante o Programa por meio da análise feita pelo DEA.....	74
Figura 29. Representação Esquemática da idosa 46 que apresentou 97,52% eficiente durante o Programa de atividades físicas.....	75

Figura 30. Evolução da taxa de eficiência da idosa 46 no decorrer dos dezoito meses de Programa.....	76
Figura 31. Representação Esquemática da idosa 149 que apresentou 87,2% eficiente durante o Programa de atividades físicas.....	77
Figura 32. Evolução da taxa de eficiência da idosa 149 no decorrer dos dezoito meses de Programa.....	78
Figura 33. Representação Esquemática de uma idosa participante que foi 89,0% eficiente durante o Programa de atividades físicas.....	79
Figura 34. Evolução da taxa de eficiência da idosa 99 no decorrer dos dezoito meses de Programa.....	80
Figura 35. Correlação entre a eficiência do Programa e a idade das participantes.....	81
Figura 36. Correlação entre a eficiência do Programa e a Frequência de atividades físicas realizadas pelas participantes.....	82
Figura 37. Correlação entre a idade e a Frequência de atividades físicas realizadas pelas participantes.....	83

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

I. INTRODUÇÃO: Envelhecimento, alterações fisiológicas, propostas de intervenção e medida de eficiência	15
I.1 Pressão arterial e Frequência Cardíaca	19
I.2 Alterações no Índice de massa corporal	20
I.3 Mudanças na força muscular	22
I.4 Alterações na flexibilidade corporal	23
I.5 Diminuição no equilíbrio corporal	24
I.6 Alterações na capacidade Aeróbia.....	25
I.7 Programas de exercícios físicos para idosos e a Revitalização Geriátrica.....	27
I.8 Medidas de Eficiência: Análise por Envoltória de Dados (DEA).....	36
II. OBJETIVO	41
III. MÉTODO	43
III.1 Sujeitos	43
III.2 Material e Equipamento	43
III.3 Procedimento	44
III.3.1 Programa de Revitalização Geriátrica	44
III.3.2 Análise da evolução das variáveis Fisiológicas.....	54

III.3.3 Análise por Envoltória de Dados (DEA)	55
III.3.4 Análise de Correlação das variáveis eficientes em relação à frequência e idade	57
IV.	RESULTADOS
IV.1 Evolução das variáveis fisiológicas	60
IV.2 Análise por Envoltória de Dados (DEA) –Resultados	66
IV.2.1 Resultados do DEA no que tange a Terceira, Quinta e Sétima medidas e à avaliação geral	66
IV.2.2 Resultados do DEA no que tange as avaliações individuais: análise de três participantes	74
IV.2.3 Correlação entre as variáveis idade, frequência e eficiência	81
V.DISSCUSSÃO	85
V.1 Aspectos relativos à evolução das variáveis fisiológicas	85
V.1.1 Índice de Massa Corporal (IMC)	85
V.1.2 Força Muscular	87
V.1.3 Flexibilidade Corporal	90
V.1.4 Equilíbrio Dinâmico	93
V.1.5 Capacidade Aeróbia ($VO_{2MÁX}$)	96
V.2 A eficiência do programa e as correlações entre as variáveis	100
V.3 A Análise por Envoltória de Dados como instrumento: vantagens, desvantagens e limitações	105
VI.CONCLUSÃO	111
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
ANEXOS	

Introdução

I.Introdução: Envelhecimento, alterações fisiológicas, propostas de intervenção e medida de eficiência.

O envelhecimento é um dos grandes enigmas da vida. Além do nascimento e da morte, é talvez a única experiência que todo ser humano divide. O termo “envelhecimento” é usado para se referir a um processo ou conjunto de processos que ocorrem em organismos vivos e que com o passar do tempo levam a uma perda de adaptabilidade, deficiência funcional e, finalmente, à morte (SPIRDUSO, 2005). Embora todas as pessoas envelheçam isso acontece de maneira diferente e em ritmos diversos, sendo que algumas pessoas vivem mais e têm uma qualidade de vida melhor do que outras. Contudo, o processo de envelhecimento do ser humano tem despertado a atenção de vários estudiosos e cientistas (REBELATTO, 2004), que desejam compreender as causas e os processos fundamentais do envelhecimento para que a quantidade de vida dos seres humanos possa ser maximizada.

Várias são as teorias que tentam explicar o mecanismo da gênese do envelhecimento celular, mas nenhuma delas conseguiu sucesso, o que reflete a dificuldade de entender esse processo. Acredita-se que o envelhecimento seja um processo dinâmico e progressivo, caracterizado por alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e psicológicas que podem determinar maior vulnerabilidade e, como consequência, aumento da incidência de doenças e morte (LUSTRI E MORELLI, 2004). Dessa forma, é importante compreender os processos do envelhecimento não só para determinar suas causas como também para avaliar a necessidade de procedimentos destinados a interferir, retardar ou deter os problemas decorrentes deste processo.

Segundo Schoueri, Ramos e Netto (2000), o envelhecimento era visto como um problema europeu, já que nesse continente vivem 12% da população mundial e cerca de 28% de pessoas com mais de 75 anos de idade. No entanto, desde a década de 50, tem ocorrido crescimento expressivo da população idosa nos países do terceiro mundo. Segundo projeções demográficas, esse crescimento deverá se tornar ainda mais acelerado no primeiro quarto deste século. Um exemplo disso é o que aconteceu na América Latina entre os anos de 1980 e 2000, ou seja, em apenas 20 anos ocorreu um acréscimo de 120% da população como um todo, enquanto que o aumento da população com mais de 65 anos foi da ordem de 236%.

A população de idosos no Brasil representava, segundo dados do IBGE (2005), um contingente de quase 15 milhões de pessoas com 60 anos ou mais de idade (8,6% da população brasileira), sendo que as mulheres eram a maioria, cerca de 8,9 milhões (62,4%). Segundo Gonçalves (2001), em 2025, 15% da população brasileira (cerca de 34 milhões) estarão acima de 60 anos, sendo que nesse período haverá um aumento médio de 6,5% de idosos ao ano e, ao mesmo tempo, uma redução nos números absolutos de jovens entre 0 e 14 anos.

Carvalho Filho e Papaléo Netto (2000) apontam projeções para o ano de 2025 e explicitam que o Brasil deverá possuir a sexta maior população idosa do mundo, com cerca de 32 milhões de pessoas com idade acima de 60 anos. Apesar desse crescimento acelerado da população idosa no Brasil, ele será ainda inferior à média prevista dos países da Europa, que no ano 2025 deverá atingir 25%, o que implica em vários problemas, dentre eles, um dos mais preocupantes talvez seja o elevado custo da assistência ao idoso que chega a

ser de três a sete vezes maior que o custo médio da assistência da população em geral (LUSTRI E MORELLI, 2004). Outras projeções indicam que, em 2050 a população idosa será de aproximadamente 2 bilhões em todo o mundo, e o número de pessoas com 100 anos de idade ou mais aumentará 15 vezes passando de 145.000 pessoas em 1999 para 2,2 milhões em 2050 (IBGE, 2005).

Os centenários, no Brasil, somavam 13.865 em 1991, e em 2000 chegaram a 24.576 pessoas, ou seja, um aumento de 77%. Vale ressaltar que o estado de São Paulo tem atualmente o maior número de pessoas com 100 anos ou mais (4.457), seguido pela Bahia (2.808), Minas Gerais (2.765) e Rio de Janeiro (2.029) (IBGE, 2005).

A maioria dos aumentos na expectativa de vida no início do século XX ocorreu em razão de um declínio nas taxas de mortalidades neonatal, infantil e materna. Nos últimos anos, aumentos na expectativa de vida foram alcançados reduzindo-se a mortalidade causada por doenças cardiovasculares e doenças infecciosas, ou seja, o aumento na expectativa de vida encontra-se vinculado à melhoria das condições de vida, de educação e de atenção à saúde (SPIRDUSO, 2005). Na Europa, tais condições se acham presentes há décadas, enquanto que nos países em desenvolvimento a incorporação dos conceitos básicos de saúde, embora ainda de forma precária, começou a ocorrer somente nas últimas décadas. Dessa forma, espera-se que para o ano 2025 a expectativa de vida atinja 70,7 anos para mulheres e 67,2 para os homens (SCHOUERI, RAMOS E NETTO, 2000).

Com o aumento da longevidade, surge a necessidade de maior atenção à variedade de estados possíveis das condições de saúde, sendo prioritária a

intervenção preventiva numa perspectiva de impedir a ocorrência de doenças e de melhorar a qualidade de vida. Essa intervenção evidencia a necessidade de criar novas respostas por parte do Estado, da sociedade civil, das instituições e principalmente dos profissionais da saúde. Nessa direção, parece já existir o entendimento, por parte dos profissionais da saúde, de que não basta aos profissionais desse campo desenvolverem apenas as funções assistenciais ou curativas, prestando atendimento à população idosa somente quando os problemas já estão instalados. A atenção aos vários estados das condições de saúde dessa população, vem sendo colocada em pauta, priorizando aquelas ações que impeçam a influência das variáveis que determinam as más condições de saúde do indivíduo idoso, caracterizando uma melhor qualidade de vida (REBELATTO, CALVO, OREJUELA e PORTILLO, 2006).

Em 1990, no *Anna and Harry Borun Center for Gerontological Research* (Centro Anna e Harry Borun de Pesquisas Gerontológicas), em uma conferência pioneira chegou-se a um consenso de que a qualidade de vida dos idosos, especialmente os idosos debilitados, é afetada por onze fatores principais: condição de saúde, função física, energia e vitalidade, função cognitiva e emocional, satisfação de vida e sensação de bem-estar, função sexual e social, recreação e condição econômica. E, segundo alguns autores, muitos destes fatores encontram-se alterados durante o processo de envelhecimento biológico, que é um fenômeno multifatorial que está associado a profundas mudanças na atividade das células, tecidos e órgãos.

Segundo Mazzeo et al (1998), o processo de envelhecimento envolve alterações em todos os sistemas do organismo humano, ocorrendo um declínio em quase todas as funções. Essas alterações estão relacionadas com

diminuição da estatura, aumento do pavilhão auditivo e do nariz, diminuição na quantidade de água, alterações na pele e nos pêlos, alterações no sistema ósseo como a osteopenia, sarcopenia, perda de força, menor coordenação, menor qualidade de contração muscular, assim como comprometimento da memória e da atenção que acabam levando a um retardo nas funções centrais (REBELATTO E MORELLI, 2004). Além dessas alterações, podem ser destacadas algumas que acontecem na pressão arterial, na frequência cardíaca, no índice de massa corporal, na força muscular e flexibilidade, no equilíbrio e na capacidade aeróbia dos idosos.

I.1 Pressão Arterial e Frequência Cardíaca

Segundo Lakatta (1990), a pressão arterial aumenta com a idade sendo que, a sistólica aumenta mais do que a diastólica. Com o envelhecimento, os principais vasos sanguíneos tornam-se mais rígidos, fazendo com que essas artérias acomodem o volume de ejeção mais lentamente. O resultado é um aumento relacionado à idade na pressão de pulso em repouso e na pressão arterial sistólica, podendo levar ao desenvolvimento da hipertensão arterial. Benetos (1997) e Domansky (1999) concluíram, por meio da amostra de pacientes entre 50 e 79 anos, existir elevados riscos cardiovasculares associados à maior pressão de pulso. Vassan et al (2002), divulgaram que pessoas na idade adulta apresentam 90% de risco de se tornar hipertensas ao atingir uma idade mais avançada. Segundo Sander (2002), a hipertensão persiste como sendo o maior fator de risco primário para as doenças cardiovasculares em idosos, seguido de outro fator importante que é o sedentarismo.

Em relação à frequência cardíaca (FC), que reflete a quantidade de esforço que o coração deve realizar para satisfazer as demandas aumentadas do corpo durante a atividade (WILLMORE E COSTILL, 2001), a frequência máxima tende a diminuir aproximadamente de 6 a 10 batimentos por década (POLLOCK ET AL, 1987). No idoso, a frequência cardíaca de repouso tende a reduzir conforme os parâmetros de elevação da idade e aumenta em proporção direta ao aumento da intensidade dos exercícios impostos, sendo que não atinge frequências cardíacas máximas e consumo máximo de oxigênio, durante o esforço, comparados com indivíduos mais jovens (LAKATTA,1993; ARAÚJO, 1999).

Hagerman et al (2000) comprovaram em um de seus estudos que um grupo de indivíduos entre 60 e 75 anos obteve melhoras significativas de consumo de oxigênio com o treinamento de força. Alonso et al (1998) comentam que a relação entre a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio demonstra que o comportamento da frequência cardíaca durante o exercício, depende em grande parte da demanda metabólica na musculatura lisa. Além disso, pessoas idosas ativas que se exercitam regularmente podem caminhar por mais tempo durante teste em esteira (STEINHAUS ET AL, 1988) e o efeito da idade na recuperação da frequência cardíaca após eles completarem o teste também é atenuado (DARR, BASSETT E MORGAN, 1988).

I. 2 Alterações no Índice de Massa Corporal

O índice de massa corporal (IMC) é uma forma de expressar o peso em relação à estatura e também está relacionado à gordura relativa (ROCHE, 1982). A quantidade de gordura que o corpo acumula à medida que aumenta a

idade depende de hábitos alimentares e de exercícios individuais, além da hereditariedade (WILMORE E COSTILL 2001). Embora o aumento do peso corporal durante a vida comece estabilizar aos 50 anos aproximadamente, e, até comece a diminuir na sétima década, a gordura corporal continua a aumentar, por vários motivos. Fulop et al (1985) também verificaram que uma pequena porcentagem dos idosos com mais de 70 anos reduz o aporte de alimentos e sofre subnutrição.

A distribuição de gordura é diferente entre homens e mulheres. Nos homens a gordura subcutânea diminui na periferia do corpo, mas o depósito de gordura aumenta tanto na região central ou abdominal (gordura subcutânea do tronco) (SCHWARTZ ET AL, 1990) como internamente (órgãos gordurosos, como por exemplo, coração rins e fígado) (BORKAN, 1983; SCHWARTZ ET AL, 1990; SKERLJ ET AL, 1953). A redistribuição começa ao final dos 20 anos e continua até os 60 anos, porém cerca de 60% do aumento na gordura intra – abdominal ocorre após há quinta década. Nas mulheres, a gordura corporal total aumenta com o envelhecimento, porém a subcutânea pode permanecer estável após os 45 anos, aproximadamente. Assim, a quantidade crescente de gordura corporal total nas mulheres deve-se a um aumento na gordura corporal interna (visceral) (DURNIN E WOMERSLEY, 1974). Pollock et al (1987), descobriram que a gordura corporal de corredores “masters” era de 5% a 10% mais alta do que a dos corredores jovens de elite. Klesges et al (1991) relatam que algumas evidências apontam para uma relação entre o peso corporal excessivo e inatividade física.

I. 3 Mudanças na força muscular

A redução da força muscular é uma característica freqüentemente observada com o envelhecimento, que pode comprometer a realização de tarefas simples da vida diária como levantar de uma cadeira, ou segurar uma criança nos braços. Segundo Rebelatto e Morelli (2007) a deficiência na força muscular apresentada pelos idosos tem origem na diminuição da massa muscular ou sarcopenia, na diminuição de fibras musculares, especialmente das fibras do tipo II, diminuição da quantidade de neurotransmissores na fenda sináptica e também na diminuição da quantidade de mielina no axônio. Além disso, o enfraquecimento muscular tem uma relação direta com prejuízos na flexibilidade muscular, no equilíbrio, e principalmente na velocidade de contração (HANDLEY et al, 1993), sendo responsável por quedas freqüentes, fato que é considerado como uma das maiores causas de morbidade e mortalidade dessa população.

Lexell et al (1988) mostraram que com o envelhecimento ocorre diminuição tanto do número quanto do tamanho das fibras musculares. As pesquisas indicaram que aproximadamente 10% da quantidade total de fibras musculares são perdidas por década após os 50 anos. Isso poderia explicar parcialmente a atrofia muscular que ocorre à medida que se envelhece. Da mesma forma, Lexell et al (1995) relatam que o treinamento de força reduz a atrofia muscular nos indivíduos mais velhos e pode, de fato, fazer com que eles aumentem a área transversa de seus músculos. Sendo assim é possível afirmar que o treinamento pode reduzir a perda de massa muscular observada durante o envelhecimento (TRAPPE et al, 1996).

O grau de força necessário para satisfazer as demandas do cotidiano permanece inalterado durante a vida. No entanto, a força máxima de uma pessoa, geralmente bem acima das demandas diárias no início da vida, diminui de forma constante com o envelhecimento. Por exemplo, a capacidade de mudar da posição sentada para a posição em pé é comprometida em torno dos 50 anos e, por volta dos 80 anos, essa tarefa torna-se impossível para algumas pessoas. Os adultos mais velhos são tipicamente capazes de participar de atividades que exigem apenas quantidades moderadas de força muscular. Como exemplo, a abertura da tampa de um frasco que apresenta resistência é uma tarefa que pode ser facilmente realizada por 92% dos homens e mulheres na faixa etária de 40 a 60 anos, porém, após os 60 anos, a taxa de insucesso na realização dessa tarefa aumenta consideravelmente para 68%. Entre os 71 e 80 anos, somente 32% das pessoas conseguem abrir o frasco (WILMORE E COSTILL, 2001).

Dados longitudinais de Kallman, Plato e Tobin (1990) mostraram que embora a força de prensão na população em geral esteja relacionada ao envelhecimento, as pessoas diferem muito com relação à magnitude de força perdida. Muitos dos indivíduos mais idosos na população estudada por esses autores, perderam menos força durante um período de 10 anos do que os indivíduos mais jovens.

I. 4 Alterações na flexibilidade corporal

Segundo Spirduso (2005) a flexibilidade é mantida na articulação por meio de sua utilização e da prática de atividades físicas que distendam os músculos sobre elas. Os adultos têm sua flexibilidade reduzida à medida que

envelhecem, e essas perdas podem ser mensuradas se os próprios indivíduos movem ativamente o membro por meio da amplitude de movimento ou se o membro é passivamente movido por um clínico (CHAPMAN, DEVRIES E SWEZEY, 1972).

Williams (1995) enfoca que o encurtamento muscular dessa população é mais acentuado nos membros inferiores e nos músculos eretores do tronco. Além disso, Sharp (2000) relata que o alongamento é necessário para a completa recuperação da flexibilidade das articulações da coluna vertebral e dos quadris e garante que as faces articulares e cartilagem das articulações continuem saudáveis por serem mobilizadas dentro dos limites fisiológicos.

A articulação do tornozelo também perde flexibilidade com o envelhecimento. Foi demonstrado que as mulheres perdem 50% de sua amplitude de movimento na articulação do tornozelo e os homens perdem cerca de 40% dos 55 até os 85 anos (VANDERVOOST et al, 1992). Essa redução principalmente nos dorsiflexores de tornozelo leva a uma perda de amplitude de movimento que somado às perdas de força relacionadas à idade aumenta o risco de quedas. Dessa forma, torna-se necessário que se trabalhe a força em conjunto com o alongamento muscular para que haja maior prevenção, pois, músculos altamente encurtados são relativamente fracos e possibilitam certo desequilíbrio nos idosos (NAHAS, 2000).

I. 5 Diminuição do equilíbrio corporal

O equilíbrio é a capacidade de manter a posição do corpo (centro de gravidade) sobre sua base de apoio, seja esta base estacionária ou móvel. É impossível ficar em pé absolutamente sem movimento. Ou seja, mesmo

quando as pessoas ficam paradas em pé, o corpo oscila sobre sua base de apoio. Quando as pessoas mais idosas ficam paradas, a amplitude e a frequência da oscilação postural é maior do que em indivíduos mais jovens (BROCKLEHURST et al, 1982) e maior nas mulheres do que nos homens (OVERSTALL, 1997). De acordo com Lucy (1985), a oscilação na direção ântero – posterior, foi 52% maior nos sujeitos entre 70 e 80 anos do que nos sujeitos entre 30 e 39 anos.

A oscilação postural é funcionalmente significativa porque está relacionada ao risco de quedas (BROCKLEHURST et al, 1982) e também é de interesse porque pode permitir a identificação de pessoas mais idosas com esse risco, para as quais podem ser desenvolvidas estratégias comportamentais que as ajudem a prevenir quedas.

Para avaliar o equilíbrio, alguns testes podem ser usados, dentre eles, o teste de esforço postural de Wolfson (WOLFSON et al, 1986), o teste de excursão do centro de pressão (MURRAY, SEIREG, SEPIC, 1975), o teste de perturbação da plataforma de Nashner (1976) e o teste de Apoio Unipodal. Todos esses testes são basicamente testes de equilíbrio estático. Outros testes também podem ser aplicados para avaliar o equilíbrio dinâmico, assim como o teste de velocidade máxima de andar descrito por Williams e Greene (1990) e Spirduso (1995).

I. 6 Alterações na capacidade aeróbia

Capacidade aeróbia é a capacidade do sistema cardiopulmonar em oferecer sangue e oxigênio aos músculos ativos e desses músculos em utilizar o oxigênio e substratos energéticos para realizar trabalho durante o esforço

físico máximo (ASTRAND E RODAHL, 1986). É determinada medindo-se o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) que pode ser alcançado durante o esforço físico.

Segundo Hagberg et al (1989) o VO_2 máx apresenta uma redução de cerca de 0,4 a 0,5ml/kg.min a cada ano de vida em adultos sedentários. Esses valores representam uma perda de aproximadamente 1% ao ano, portanto, entre os 30 e os 80 anos a estimativa de redução do VO_2 máx aproxima-se de 50%.

A regressão do VO_2 máx ao longo da vida representa uma situação de perda progressiva da capacidade de trabalho e de engajamento em uma diversidade de tarefas motoras. Rebelatto e Morelli (2007), afirmam que uma capacidade mínima de consumo máximo de oxigênio de 13ml/kg.min é necessária para uma vida independente. Dessa forma, muitos indivíduos idosos entre 65 e 85 anos, período em que ocorrem as perdas mais severas, podem atingir níveis críticos de consumo máximo de oxigênio, inviabilizando suas próprias autonomias motoras.

Segundo Spirduso (2005), a principal razão pela qual o VO_2 máx decresce com a idade é que a frequência cardíaca máxima diminui com o envelhecimento, mas pelo menos parte do declínio do VO_2 máx é provavelmente em virtude de diminuições relacionadas à idade na massa muscular, na capacidade de redirecionar o fluxo sanguíneo de órgãos para músculos em atividade e na capacidade dos músculos de utilizar o oxigênio.

A perda de desempenho relacionada com o envelhecimento também é maior em mulheres do que em homens (SHEPHARD, 1987) talvez porque, embora ocorra uma perda substancial na massa muscular em ambos os sexos,

as mulheres perdem maior porcentagem de sua massa muscular do que os homens.

I. 7 Programas de exercícios físicos para idosos e a Revitalização Geriátrica

Dentre os inúmeros programas de exercícios aplicados em idosos, muitos são pouco vigorosos e fisicamente envolvem combinações de ciclo ergômetro, caminhada e corrida (PIEOPOLI, FLATHER E COATS, 1998). Owen e Croucher (2000) aplicaram um programa de exercícios pouco vigorosos em idosos com danos cardíacos. Esse programa era composto de 12 semanas de atividade, com sessões que envolviam três fases: a primeira fase era composta de alongamento e movimentações articulares por dez minutos. A segunda fase envolvia um circuito com seis estações, sendo que estas estações eram intercaladas com exercícios de alongamento, com duração de 45 segundos cada estação. E a terceira fase era composta de alongamento. No final do programa os idosos tiveram uma melhora de 20% na capacidade aeróbia, melhoraram a fração de ejeção e a qualidade de vida que foi avaliada por meio de um questionário.

Em relação aos benefícios da atividade física aeróbia sobre o organismo de pessoas idosas, são consideradas as alterações orgânicas determinadas pela idade, as quais, necessariamente, não levam à ocorrência de patologias, mas que geralmente implicam em uma diminuição da capacidade cardíaca de adaptar-se ao estresse imposto pelas doenças cardiovasculares. Dessa forma, tem-se observado que atividades aeróbias melhoram a função cardiovascular

também em idosos, muito embora os mecanismos fisiológicos que determinam tais alterações ainda não sejam totalmente compreendidos (OKUMA, 2002).

A aplicação de programas de treinamento aeróbio tanto de alta intensidade (60 a 75% da frequência cardíaca máxima) quanto de intensidade baixa (30 a 45% da frequência cardíaca máxima), durante 30 minutos, três vezes por semana durante quatro a seis meses tem melhorado significativamente a capacidade aeróbia, expressada em função da captação máxima de oxigênio e da frequência cardíaca basal em homens e mulheres septuagenários (STUDENSKI et al, 1993; HAGBERG et al, 1989).

Em relação à recuperação da força muscular em anciãos, estudos têm demonstrado que ela pode ser conseguida mediante programas de condicionamento físico, de força e resistência, de alta ou baixa intensidade, inclusive em nonagenários (FIATARONE et al, 1994; CHARETTE et al, 1991). Dessa forma, alguns autores têm constatado que o treinamento de força de alta intensidade em anciãos melhora significativamente não só a força e a resistência, mas também a velocidade da marcha, a velocidade máxima da marcha e a capacidade de subir e descer escadas (FIATARONE et al 1994; FISHER et al 1991).

Outro estudo feito por Barbosa et al (2000) analisou os efeitos de dez semanas de treinamento contra resistência sobre a força muscular de 11 mulheres idosas, sendo que a força de preensão manual foi avaliada antes e após dez semanas e a força muscular isotônica foi avaliada pelas cargas de treinamento (inicial e final). Após as avaliações iniciais, os indivíduos realizaram o programa de treinamento de intensidade progressiva, empregando contração muscular concêntrica e excêntrica, utilizando oito exercícios de

fortalecimento dos músculos peitorais, paravertebrais, deltóides, bíceps e tríceps braquial, quadríceps e isquios-tibiais, tríceps sural e abdome. O programa de treinamento resultou em aumentos significativos na força muscular isotônica, para todos os exercícios e aumento significativo na força de preensão manual de ambas as mãos.

Jang e So (2004) desenvolveram um programa de suporte social que visava a promoção de saúde em idosos, com 60 mulheres com mais de 65 anos. O programa de suporte foi implementado por seis horas por dia, três vezes por semana, por quatro meses. Também foram incluídos serviços de saúde, educação em saúde, aconselhamentos, consultas, exercícios, fisioterapia e terapia ocupacional e recreação. Os resultados evidenciaram que o programa foi efetivo em todas as variáveis dependentes de saúde física, conhecimento de saúde, satisfação de vida e promoção de comportamentos saudáveis. Ainda no que tange à promoção de saúde, Ferreira et al (2005) realizaram estudo com 64 senhoras de 50 a 72 anos que participaram de um programa de exercícios regulares associados a orientações nutricionais. O estudo teve um período de duração de 12 semanas. As senhoras participantes aumentaram significativamente a duração das atividades moderadas na prática de atividades físicas em 123%, em relação à prática de caminhada em 150% e quanto à frequência de caminhada em 97%. No mesmo estudo, houve um ganho significativo nos aspectos nutricionais e sobre o nível de atividade física até mesmo em senhoras irregularmente ativas. Da mesma forma, Delecluse et al (2004) verificaram que houve melhora significativa na frequência cardíaca de repouso, capacidade de trabalho, reposta à insulina e força de extensores de

joelho em idosos de 55 a 75 anos que realizaram um programa de exercícios por 20 semanas.

Muitos pesquisadores como Shiguematsu e Okura (2006) desenvolveram programas de exercícios de subir degraus para prevenção de quedas. Nesses programas, idosos com idade de 60 a 80 anos fizeram esses exercícios durante seis meses. De acordo com esses pesquisadores houve melhora significativa na agilidade, na força das pernas, na velocidade de locomoção, na flexibilidade e no equilíbrio, melhorando o condicionamento dos membros inferiores. Outro programa voltado à prevenção de quedas foi feito por Weerdesreyn et al. (2006) que aplicaram sessões de exercícios por cinco semanas em 113 idosos com história de quedas e verificaram que o número de quedas diminuiu em 46%, que a capacidade de ultrapassar obstáculos teve melhora significativa (cerca de 12%) e melhora do equilíbrio em 6%.

Outros estudos (Audette et al.,2006; Bruin, Murer, 2007) sugerem a utilidade de programas específicos de treinamento de equilíbrio corporal como instrumento para melhorar as reações posturais estáticas e dinâmicas e para reduzir a frequência de quedas em indivíduos de idade avançada. Segundo Brown e Mishica (1989) os atletas “masters” mais idosos tiveram melhor controle de seu equilíbrio em testes (de caminhada) funcionais e clínicos do que seus pares não ativos.

Roberts e Fitzpatrick (1983) afirmam que a prática e o uso contínuo dos mecanismos de equilíbrio que ocorrem na atividade física crônica também aumentam a autoconfiança das pessoas mais idosas em suas capacidades, o que por sua vez aumenta a mobilidade. Esses aumentos físicos relacionados

às atividades podem reduzir a gravidade e as conseqüências de uma queda, caso ela ocorra (NEVITT et al, 1991).

Fischer et al (1991), realizaram um estudo em indivíduos idosos com osteoartrite, e verificaram que o treinamento de resistência de baixa intensidade, incluindo contrações isotônicas e isométricas, a 50% da capacidade máxima de esforço, três vezes por semana, durante 16 semanas, incrementou a força em 35%, a resistência muscular em 38% e a velocidade de movimento das extremidades em 50%. Da mesma forma, Sagiv et al (1989) relatam que os programas de exercícios aeróbios, têm se mostrado muito melhores do que programas de treinamento de força isométrica na melhora da capacidade física dos idosos.

Segundo Viljanen, Viitasalo e Kujala (1991) os adultos mais idosos que permanecem fisicamente ativos têm níveis de força superiores aos das pessoas sedentárias. Da mesma forma, Rikli e Busch (1986) relatam que as mulheres que mantiveram um estilo de vida fisicamente ativo apresentaram níveis maiores de força de preensão do que mulheres sedentárias.

Brown e Holloszy (1991); Gillett (1989) e Sager (1984) relatam que para pessoas muito idosas que não podem participar de um programa de força e alta resistência, ganhos substanciais de força, flexibilidade e mobilidade ainda podem ser alcançados com programas de exercícios de baixa intensidade e baixos impactos. Um programa de exercícios de intensidade relativamente baixa, cinco vezes por semana, durante três meses, resultou em um equilíbrio postural significativamente melhor em mulheres de 60 a 71 anos (BROWN E HOLLOSZY, 1991).

Reaven, Barrett- Connor e Edelstein (1991) em um estudo com 641 mulheres com idades entre 50 e 89 anos, em que 58% delas participaram de um programa de atividade física leve, 24% moderada, 6% intensa e 12% não realizaram atividade, verificaram que conforme a intensidade da atividade aumentou, a pressão sistólica diminuiu. A pressão arterial sistólica foi aproximadamente 20 mmHg inferior no grupo de atividade intensa do que no grupo de nenhuma atividade. Segundo Lund - Johansen (1988) o efeito em longo prazo do exercício crônico é diminuir a pressão arterial sistólica e a diastólica de repouso em aproximadamente 10 mmHg em indivíduos não hipertensos.

Kasch et al (1990), relataram um declínio no VO_2 máx de apenas 13% num grupo de homens mais idosos (idades 45 a 68 anos) que mantiveram seu treinamento em exercícios por um período superior a 18 anos. Esse declínio foi menor do que os 41% de declínio no consumo máximo de oxigênio de homens mais idosos (idades de 52 a 70 anos) que não haviam se exercitado por um período similar. Rowe e Kahn (1987) em uma descoberta cumulativa de pesquisa sobre os efeitos de treinamento nos idosos sustentam a idéia de que uma quantidade substancial de deterioração física previamente atribuída ao envelhecimento pode ser prevenida, retardada ou em muitos casos até mesmo revertida. Além disso, os mesmos autores apóiam a idéia de que um estilo de vida de exercício intenso habitual faz diferença no envelhecimento de marcadores fisiológicos, como o VO_2 máx.

Quando pessoas idosas sedentárias iniciam programas de exercícios, a capacidade aeróbia pode ser restabelecida para níveis aceitáveis, e os efeitos

do treinamento são similares tanto para homens quanto para mulheres (HOPKINS et al, 1990).

Outro benefício observado com a prática de atividade física está relacionado com a melhora na flexibilidade dos idosos. Chapman (1972), verificou que um programa de exercícios de alongamento e resistência progressiva alcançou à mesma porcentagem de melhora na amplitude de movimento em sujeitos idosos (com idades entre 63 e 88 anos) que nos sujeitos jovens (15 a 19 anos), embora suas articulações tenham permanecido mais rígidas do que as articulações dos homens mais jovens. Raad et al (1988), relataram que um programa de exercícios com duração de 25 semanas melhorou a amplitude de movimento (ADM) na flexão plantar do tornozelo, flexão do ombro, abdução do ombro e rotação esquerda do pescoço. Holloszy et al (1991) também encontraram melhoras na amplitude de movimento da articulação naqueles que seguiram um programa de exercícios de cinco vezes por semana, durante três meses. Esse programa incluiu exercícios de alongamento e a maior melhora encontrada (35%) foi na flexão do quadril.

Os dados relativos a exercícios para idosos, existentes na literatura, geralmente são advindos de programas de curta duração (três a seis meses). Como decorrência, as perguntas possíveis de serem feitas são: qual o comportamento dessas variáveis em períodos mais longos de exercitação? Quais as vantagens que uma exercitação mais duradoura determina à qualidade de vida dos idosos? Nesse sentido encontra-se a proposta da Revitalização Geriátrica que é um programa que vem sendo aplicado por uma equipe integrada por professores e pesquisadores da área de Fisioterapia da Universidade de Salamanca (Espanha). O programa consta de três fases bem

diferenciadas, sendo que a primeira e a terceira se referem a aspectos de avaliações e a segunda à aplicação de uma seqüência de atividades destinadas a modificar alguns aspectos biológicos que ocorrem com o passar dos anos (PATERSON, CUNNINGHAM, KOVAL E CROIX, 1999).

Na primeira fase são recolhidos dados provenientes da história clínica e de diferentes tipos de provas objetivas, os quais determinam a indicação ou não da pessoa para fazer parte da segunda fase, que consta de uma série de atividades desenvolvidas sequencialmente e que englobam a prática de exercício físico aeróbio. Uma vez terminada a segunda fase, se procede novamente a avaliação dos indivíduos participantes. Por meio dessa forma de intervenção tem sido possível constatar algumas mudanças nos indivíduos, tais como: mudanças na capacidade vital, na freqüência cardíaca e na pressão arterial (CRIADO et al, 1999), na aptidão física, na densidade mineral óssea da coluna lombar (DEL PINO et al, 1994), no índice de massa corporal (MENDEZ et al, 2000).

O programa de Revitalização Geriátrica foi implantado na cidade de São Carlos, por professores e pesquisadores da área de Fisioterapia e Educação Física da Universidade Federal de São Carlos. Para que isso acontecesse, o programa passou por algumas mudanças e foi adaptado para população da cidade. Este também consta de três fases sendo que a primeira e a terceira se referem à realização de medidas de acompanhamento de capacidades físicas e a segunda à aplicação de um programa contínuo de exercitação. Estas fases correspondem a avaliações que são realizadas a cada três meses aproximadamente, e em cada uma delas são coletadas medidas de algumas variáveis fisiológicas como pressão arterial e freqüência cardíaca, peso e altura

para cálculo do índice de massa corporal, força muscular manual, flexibilidade corporal, equilíbrio estático e dinâmico e condicionamento aeróbio medido por teste indireto que avalia o $VO_{2máx}$. A fase de aplicação do programa de atividade física é constituída de exercícios destinados ao desenvolvimento das capacidades como flexibilidade, resistência aeróbia, força muscular e capacidades coordenativas envolvendo equilíbrio, agilidade e ritmo. Para sua realização também são levados em conta o controle da respiração, o relaxamento e a hidratação dos idosos. Essas atividades são coordenadas por educadores físicos previamente treinados, auxiliados por assistentes. As sessões de atividade física são intercaladas com períodos de descanso, com frequência de três vezes por semana e duração de 50 a 55 minutos cada uma das sessões, no período de dois anos.

Assim como os dados apresentados nos trabalhos já citados (OKUMA, 2002; ROWE E KAHN, 1987; BROWN E HOLLOSZY 1991; HOPKINS ET AL, 1990) o programa de Revitalização Geriátrica sugere, pelos dados parciais coletados, a ocorrência de aumento significativo da força muscular manual, da flexibilidade corporal, do equilíbrio e do condicionamento aeróbio, e também uma redução significativa do índice de massa corporal. Além dos resultados encontrados sobre a evolução das variáveis avaliadas, existia uma preocupação em investigar a eficiência do programa. Após um levantamento bibliográfico sobre as diferentes ferramentas que avaliam eficiência, foi encontrada a denominada Análise por Envoltória de Dados (DEA). Essa ferramenta é utilizada na Engenharia de Produção onde foi empregada em trabalhos que mediram a eficiência de aeroportos, de empresas, de linhas de trabalho, de indústrias metalúrgicas, de biodiesel, entre outras. Porém, foram

poucos os trabalhos encontrados relacionados à área da saúde assim como na Fisioterapia. Destes, a maioria utilizava o DEA para verificar a eficiência de hospitais quanto ao número de médicos relacionados com o número de pacientes atendidos. Em outro trabalho encontrado, Friesner et al (2005), verificaram a eficiência da reabilitação fisioterapêutica em pacientes pós – cirurgia de joelho. Dessa forma, no presente trabalho o DEA foi utilizado para verificar, por meio da relação entre *inputs* (atividade física) e *outputs* (variáveis medidas), a eficiência do programa de Revitalização Geriátrica.

I.8 Medidas de Eficiência: Análise por Envoltória de Dados (DEA)

A análise por Envoltória de Dados (*Data envelopment Analysis – DEA*) foi introduzida por Charnes et al (1978) (baseada em retornos constantes de escala – CRS) e estendidas por Banker et al (1986) (com retornos variáveis de escala – VRS), consistindo em técnica não paramétrica para mensuração comparativa de eficiência de unidades tomadoras de decisão (Decision Making Units – DMUs), com base nas melhores práticas. O conjunto de DMUs deve ser homogêneo e ter em comum a utilização dos mesmos *inputs* e a produção dos mesmos *outputs*. Vale ressaltar que neste trabalho as DMUs se referem as participantes, os *inputs* à quantidade de exercitação e os *outputs* aos resultados encontrados durante as medidas das variáveis em estudo.

Casa Nova (2002) define análise por envoltória de dados como sendo uma curva de eficiência (ou de máxima produtividade) considerando a relação ótima entre insumos e produtos. Assim, as unidades consideradas eficientes estarão nessa curva enquanto as ineficientes se localizarão abaixo dela (Figura 1). Isto pode ser explicado usando um exemplo: supondo que uma mulher

tenha freqüentado, ao máximo, o programa de Revitalização e com isso tenha cumprido a quantidade máxima de exercitação oferecida (*inputs*), após a aplicação da técnica, o resultado mostra que o programa foi eficiente para esta mulher, então os *outputs* foram maximizados, ou seja, significa que esta participante mantendo seus *inputs* (quantidade de exercícios) conseguiu aumentar ou maximizar seus *outputs* (resultados) e assim ser eficiente.

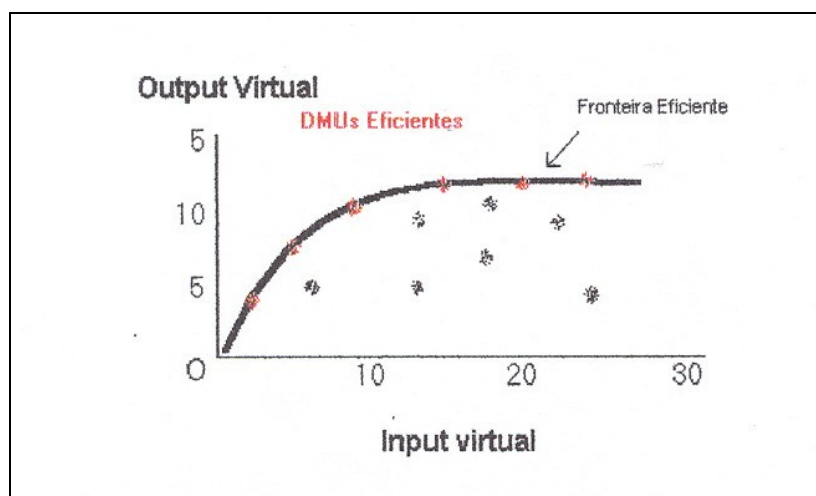


Figura 1. Fronteira de eficiência.

À distância mostrada na Figura 1 entre os pontos eficientes e ineficientes, pode ser expressa em termos proporcionais, entre zero e um. Dessa forma, é possível considerar que o indivíduo que obtiver uma razão igual a um é eficiente, o que significa que ele alcançou o resultado (*outputs*) esperado, usando determinado *input*. Mas, se essa razão for igual à zero, isto significa que não alcançou os resultados esperados usando determinados *inputs*, então se considera ineficiente. O escore (pontuação) entre zero e um, representa a proporção de eficiência do programa de Revitalização para as

participantes. Por exemplo, um escore de 0.9 indica que o programa foi 90% eficiente para determinada mulher.

O potencial de eficiência pode ser medido também em termos relativos. Comparando o ponto eficiente com o ponto ineficiente é possível determinar onde o programa de revitalização foi ineficiente e com isso melhorá-lo. O DEA é essencialmente uma técnica de programação linear usada para avaliar eficiência. O Frontier, faz comparações entre os grupos de dados normalizados e comparações com os grupos de dados mais eficientes, sendo que os mais eficientes possuem o escore 1 e os ineficientes ou os que precisam melhorar possuem o escore 0. Assim, todos os resultados gerados estão relacionados com o grupo de dados usados nas análises e podem, conseqüentemente, ser considerados *benchmarking*. O *benchmarking* pode ser definido como um processo contínuo e sistemático utilizado para investigar o resultado (LINDAU et al, 2001). Dessa forma, o *benchmarking* serve como parâmetro de comparação entre o desempenho das participantes e da freqüência de exercícios durante o programa, mostrando assim os dados mais eficientes.

O potencial do escore de melhora indica a quantidade de progresso extra que o indivíduo deveria ter quando comparado com outro indivíduo mais eficiente. Por exemplo, supondo que uma mulher tenha tido 89% de eficiência no programa de Revitalização e por meio da análise feita pelo Frontier, é comparada com outra mulher que teve 100% de eficiência, o DEA é capaz de indicar o que a mulher menos eficiente deve fazer (aumentar freqüência dos exercícios, fazer mais exercícios de força ou flexibilidade, por exemplo) para chegar a ter o máximo de eficiência.

Dessa forma, a análise de eficiência resultante da aplicação do DEA, é um ponto interessante para discussão sobre os benefícios dessa técnica na área médica. Em relação à fisioterapia, um dos benefícios é que essa ferramenta permite analisar medidas múltiplas do desempenho do indivíduo. Pode ser interessante, por exemplo, analisar o *benchmarking* da evolução do indivíduo e agregar diferentes medidas sobre uma mesma variável. Neste estudo, a análise foi feita não só para verificar a evolução ou desempenho das participantes durante o programa, mas também para fornecer indicações exatas de como estas deveriam melhorar. Assim, o uso do DEA na saúde poderia não só determinar a evolução dos indivíduos, mas também fornecer um *feedback* sobre as técnicas que estão sendo empregadas e, com isso, melhorar a qualidade do atendimento.

Objetivo

II. Objetivo

Com base nestas considerações, os objetivos foram: a) identificar a evolução das variáveis fisiológicas “índice de massa corporal”, “força muscular”, “flexibilidade”, “equilíbrio” e “condicionamento aeróbio (Vo2 máx)” de mulheres senescentes submetidas a um programa de atividade física prolongado e b) verificar a eficiência das participantes durante o programa, por meio da Análise por Envoltória de Dados (DEA).

Método

III. Método

III.1 Sujeitos

Participaram do programa de revitalização geriátrica 120 mulheres senescentes, com idades compreendidas entre 50 e 79 anos, com idade média de $60,87 \pm 7,81$ anos, não – institucionalizadas e residentes na cidade de São Carlos. O recrutamento inicial foi feito por meio de divulgações em jornais da cidade e propagandas na televisão, e uma pré - inscrição foi realizada na Universidade Aberta da Terceira Idade (UATI).

A seleção dos indivíduos foi feita durante a avaliação inicial e para os critérios de inclusão e exclusão foram considerados sexo, idade, disponibilidade pessoal dos indivíduos, características físicas e enfermidades pregressas como doenças cardio-pulmonares, doenças ortopédicas ou outras patologias que impossibilitavam a participação no programa de atividades, além da autorização médica que foi exigida na forma de um atestado, durante a avaliação inicial.

Todos os idosos assinaram um Termo de Consentimento Livre e esclarecido de acordo com a resolução 196/96 (ANEXO I). O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos, sob o parecer 104/04 (ANEXO II).

III.2 Material e Equipamento

Para as avaliações foram utilizados ficha de avaliação, canetas, cadeiras, fita métrica, fita adesiva, cronômetros, esfigmomanômetro (BIC) para medir pressão arterial, estetoscópio (BD) para ausculta de pulsação arterial,

balança mecânica (Fillizola) com estadiômetro para medição de peso e altura, dinamômetro de preensão (Jamar ®) hidráulico de mão e banco de “Wells” que consiste de uma caixa de madeira especialmente construída apresentando dimensões de 30,5 x 30,5 centímetros, tendo a parte superior plana com 56,5 centímetros de comprimento.

O programa de revitalização geriátrica, para desenvolvimento das atividades físicas, utilizou colchonetes, bastões, caneleiras de 1, 2 e 3Kg e halteres de 1 e 2 Kg.

III.3 Procedimento

III.3.1 Programa de Revitalização Geriátrica

Todas as mulheres foram inicialmente submetidas à avaliação médica que objetivou identificar características físicas ou histórico de enfermidades pregressas como problemas cardiorrespiratórios graves, deformidades ortopédicas, ou alguma patologia que pudessem impedir a realização de qualquer das atividades previstas no programa. Foram realizadas oito avaliações no decorrer de dois anos, sendo uma antes do início do programa de atividades físicas e as outras, em intervalos de aproximadamente três meses. Em todas as avaliações foram medidas as seguintes variáveis: pressão arterial, frequência cardíaca, peso e altura (para o cálculo do Índice de Massa Corporal), força muscular, flexibilidade, equilíbrio (estático e dinâmico) e resposta ao esforço físico (VO_2 máx). As medidas foram realizadas por profissionais fisioterapeutas e educadores físicos, com auxiliares previamente treinados.

A pressão arterial foi medida com esfigmomanômetro (BIC) e um estetoscópio (BD) (Figura 2). Os indivíduos ficavam sentados por cinco minutos, com o membro superior esquerdo apoiado em uma braçadeira, o esfigmomanômetro foi colocado na altura do coração e o estetoscópio sobre a artéria braquial na parte anterior da articulação do cotovelo. Para medição da frequência cardíaca o sujeito permaneceu posicionado da mesma forma, e em seguida o avaliador colocou seus dedos (2º e 3º dedos), sobre a artéria radial localizada na parte lateral do punho, tomando os batimentos cardíacos durante quinze segundos.



Figura 2. Medida de pressão arterial e Frequência Cardíaca.

O peso corporal e a altura foram medidos por meio de uma balança do tipo plataforma (Fillizola), que continha um estadiômetro para verificação da estatura (Figura 3). Para essa avaliação as mulheres foram posicionadas de costas para a balança e sem sapatos.



Figura 3. Medida de peso e altura para cálculo do IMC.

A força muscular foi medida por meio da dinamometria manual (dos músculos responsáveis pelo movimento de preensão palmar) (Figura 4). O indivíduo foi posicionado sentado em uma cadeira, com o braço dominante apoiado sobre uma mesa, mantendo o cotovelo aproximadamente em 90° em relação ao tronco e foi controlado o posicionamento do punho mantendo-o sempre em posição neutra. Em seguida foi orientado a inspirar e durante a expiração foi estimulado com a frase: “força, força, força” a apertar o aparelho com a maior força possível. O teste foi repetido três vezes e somente o maior valor foi considerado. O aparelho utilizado para o teste foi um dinamômetro hidráulico de mão (Jamar ®), que possibilitava as leituras em libras.



Figura 4. Verificação da força preensão manual.

A flexibilidade corporal foi avaliada por meio do Banco de Wells (Figura 5), que identifica em centímetros, a flexibilidade anterior do tronco (cadeia muscular posterior). As participantes foram posicionadas sentadas em um colchonete no chão, com os membros inferiores esticados, e com tornozelos em posição neutra, orientadas a deslocar com os dedos da mão, um marcador sobre uma superfície graduada em centímetros. O movimento foi realizado três vezes, tendo sido considerado o maior valor de execução.



Figura 5. Medida da Flexibilidade Corporal.

Para medida do equilíbrio dinâmico foi aplicado o teste de velocidade máxima ao andar (Figura 6). Para realização do teste foi demarcada no chão (com fita adesiva) uma faixa com largura de 33,3 centímetros e comprimento de 3,33 metros. A avaliada permanecia em pé em frente à demarcação, com os pés juntos, olhando para frente e foi orientada a percorrer o trajeto demarcado, na máxima velocidade que conseguisse andar, mas sem correr e sem pisar na linha demarcada. O tempo gasto no percurso foi cronometrado tendo sido realizadas três tentativas e considerada a média como valor final.



Figura 6. Teste de Velocidade Máxima ao andar

As condições da resposta ao esforço físico foram medidas por meio do “Rockport Walking Test” ou teste da milha (Rockport Walking Institute, 1986; Howley e Franks, 1995; Heijuard, 1996) (Figura 7). Esta prova exigia que as mulheres caminhassem 1609 metros de uma forma rápida, mas sem correr, sobre um trajeto previamente demarcado. O tempo gasto para realização do percurso foi cronometrado e, ao final, foram tomadas medidas dos batimentos cardíacos (durante quinze segundos). Para classificar o nível de condição cardiorrespiratória foram utilizados os gráficos de Rockport após a utilização da seguinte equação para o cálculo do volume máximo de oxigênio:

$$VO_2 \text{ máx} = 132,6 - (0,17 \times PC) - (0,39 \times \text{Idade}) + (6,31 \times S) - (3,27 \times T) - (0,156 \times FC).$$

Onde PC = peso corporal; S= sexo (masc = 1; Fem= 0); T= tempo em minutos; FC= frequência cardíaca.



Figura 7. Rockport Walking Test ou teste da milha.

O programa de atividades físicas foi constituído de 212 sessões de atividade, durante 70 semanas, intercaladas com períodos de descanso. O programa iniciou-se com a avaliação inicial, depois de dez semanas de atividade física ocorreu a segunda avaliação. As participantes tiveram duas semanas de descanso coincidindo com as férias de julho, em seguida dezessete semanas de atividade física, a terceira avaliação e mais três semanas de atividades, logo após tiveram quatro semanas de descanso (período foi de dezembro a primeira quinzena de Janeiro). Após as férias foi feita a quarta avaliação, mais um período de doze semanas de atividade seguidas da quinta avaliação. Foram realizadas mais onze semanas de atividade, a sexta avaliação e mais duas semanas de descanso, outras doze semanas de atividade seguida da sétima avaliação, mais oito semanas de atividades, e a oitava e última avaliação como mostra a Figura 8.

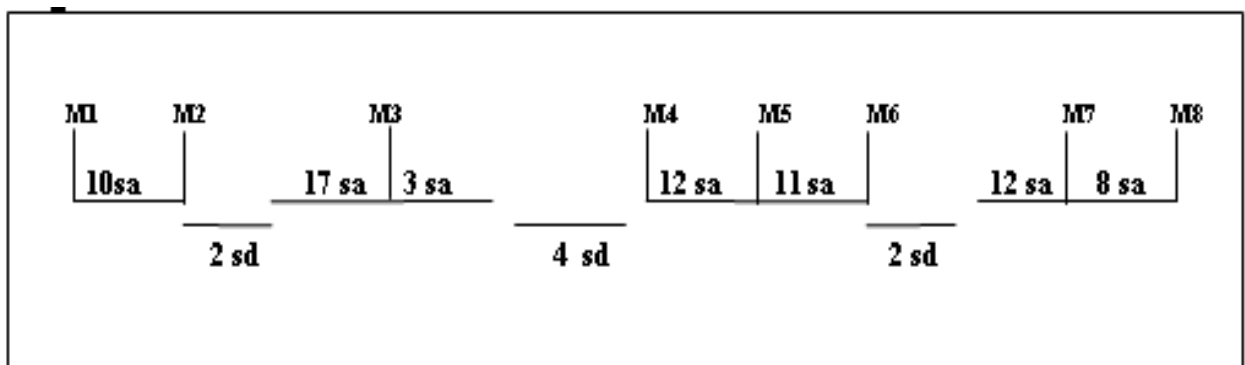


Figura 8. Esquema representativo das tomadas de medida (M), semanas de atividade (sa) e semanas de descanso (sd).

Cada sessão envolveu exercícios de alongamentos miofasciais passivos dos principais grupos musculares (peitorais, grande dorsal, cervicais, paravertebrais, posteriores e anteriores da coxa, etc.)(Figura 9), com duração

de 8 a 10 minutos; exercícios de resistência aeróbia (Figura 10) (marchar – caminhar rápido – 9 min); exercícios de força, potência e resistência adaptados (7– 10 min), sendo que a carga foi determinada pelos próprios indivíduos e a progressão era feita de acordo com a necessidade observada pelos professores(Figura11); atividades de coordenação, agilidade e flexibilidade (Figura 12) (14-16min); exercícios respiratórios e de relaxamento (Figura 13) (5-7min) e hidratação em dois momentos da sessão (25 minutos após o início e ao final da sessão) (Figura 14).



Figura 9. Alongamentos miofasciais.

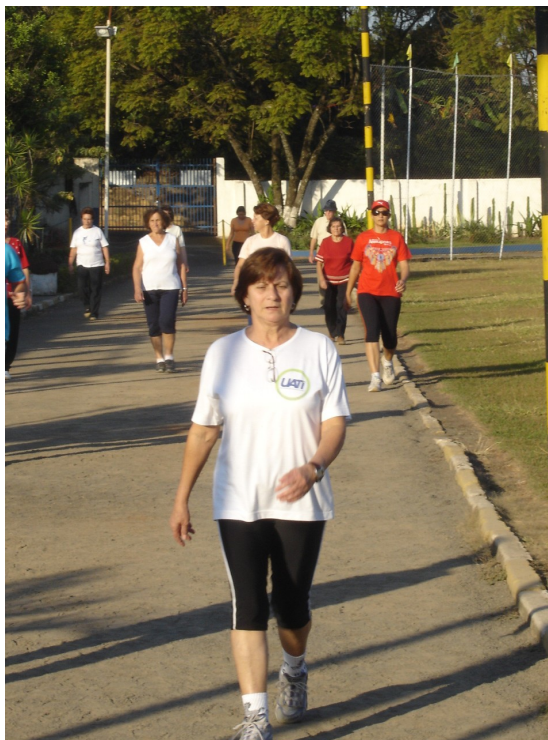


Figura 10. Exercícios de Resistência Aeróbia



Figura 11. Exercícios de força, potência e resistência adaptados.



Figura 12. Atividades de coordenação, agilidade e flexibilidade



Figura 13. Exercícios respiratórios e de relaxamento



Figura 14. Hidratação das participantes

As participantes deveriam fazer os exercícios o mais corretamente possível de acordo com a orientação dos professores e auxílio dos monitores. Houve a preocupação com a motivação do grupo, variando os exercícios sugeridos (sendo que essas variações foram previamente estabelecidas pelos professores) e proporcionando um ambiente agradável para que elas realizassem as sessões de atividade física.

III.3.2 Análise da Evolução das Variáveis Fisiológicas

Os dados foram inicialmente organizados em planilhas no Excel da primeira à oitava avaliações. Posteriormente foram excluídos os dados das mulheres que faltaram em alguma das avaliações ou que deixaram de realizar alguma medida das variáveis, e também foram excluídas das análises as participantes que tiveram frequência inferior a 74%. Para análise dos dados foram utilizados dois métodos, o método de Bonferroni (método paramétrico), e

o método de Friedman (método não paramétrico), já que as amostras eram pareadas.

Inicialmente, foi aplicado o teste T^2 de Hotelling para verificar se existiam diferenças estatísticas entre as variáveis que foram medidas oito vezes ao longo do tempo, para isso também foi realizado o teste de hipótese, com significância de 0,05. Para verificar quais medidas foram diferentes e quais sofreram influência do programa de atividade física, foi necessário analisá-las duas a duas, tendo sido utilizados os intervalos de confiança simultâneos de Bonferroni. O Teste de Friedman foi empregado para confirmar os resultados, e comprovar a hipótese de nulidade (que todas as medidas são iguais), mostrando assim o nível de significância estatística encontrada em cada uma das variáveis estudadas.

III.3.3 Análise por Envoltória de Dados (DEA)

Para análise de eficiência foram construídas planilhas no Excel que continham os códigos dos participantes, o número total de sessões de atividades que foram aplicadas no semestre e o número de faltas de cada um dos sujeitos. Com isso foram feitos o cálculo do número real de sessões que cada participante realizou e também o cálculo entre as variáveis que foram aplicadas para verificar se existia correlação entre os *inputs* e *outputs* escolhidos (Tabela 1). Na mesma planilha foram colocados os *inputs* que foram representados pela frequência real multiplicada pelo tempo de exercício realizado em relação à resistência aeróbia, capacidades coordenativas, treinamento de força e alongamento, dividido pelo número total de sessões. Os *outputs* foram também incluídos nas planilhas, e estes foram representados

pelos valores da força muscular, flexibilidade corporal, equilíbrio e $VO_{2máx}$ de cada indivíduo, como mostra a Tabela 2. Foram considerados os indivíduos que participaram das oito avaliações, porém para análise do DEA, foram utilizadas a terceira, a quinta e a sétima avaliações, já que o controle de frequência das idosas era concluído pelos professores a cada seis meses. Vale ressaltar que para análise geral do programa foram construídas planilhas com o número total de sessões realizadas no período de 18 meses, o tempo total de realização de cada exercício e a frequências das idosas durante todo o programa.

Posteriormente, os dados foram transportados para o software Frontier, foi escolhido o retorno constante de escala, denominado CCR, sendo que este modelo permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas em relação às ineficiências identificadas (ANEXO IV).

Tabela 1. Matriz de correlação entre as variáveis *inputs* e *outputs*

	Along.	Trein. Força	Capac. Coord	Resist. Aerob.	Força	Flexibil	Equilib	Vo2
Along	1							
Trein. Força	1	1						
Capac. Coord e	1	1	1					
Resist. Aerob.	1	1	1	1				
Força	0,088087	0,088087	0,088087	0,088087	1			
Flexibil	-0,02048	-0,02048	-0,02048	-0,02048	-0,04287	1		
Equilib	0,151791	0,151791	0,151791	0,151791	0,338953	0,154911	1	
Vo2	0,113533	0,113533	0,113533	0,113533	0,46116	0,235741	0,480525	1

A Tabela 1. mostra esquematicamente como foram feitas as correlações entre as variáveis de escolha, ou seja, foram correlacionadas todas as variáveis de input com as variáveis de output e também foram correlacionados

os outputs com outputs e os inputs com os inputs. Foram construídas quatro tabelas sendo estas referentes á terceira, quinta e sétima avaliações. (ANEXO III).

Tabela 2. Apresentação esquemática das DMUs, *Inputs* e *Outputs*.

<i>DMUs</i>	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Mulheres	- Tempo de Exercício de Resistência Aeróbia.	Força
	- Tempo de exercício de capacidades coordenativas	Flexibilidade
	- Tempo de exercícios de treinamento de Força	Equilíbrio
	- Tempo de exercícios de alongamento	VO2máx

III.3.4 Análise de Correlação das variáveis eficientes em relação à freqüência e idade

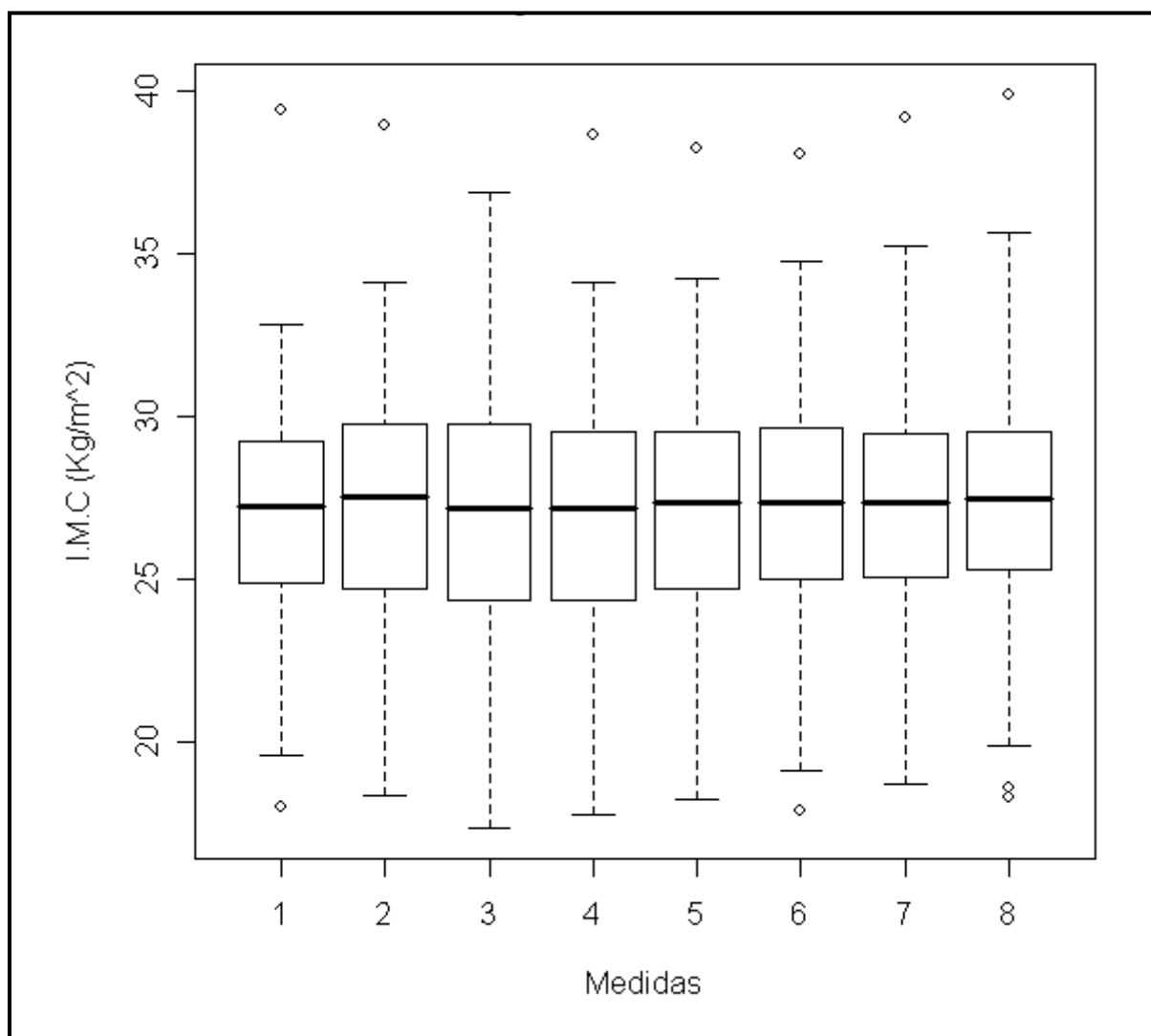
Após a análise de eficiência foi realizada uma análise de correlação entre as variáveis de *input* e *output*, para descartar a possibilidade de apresentar uma mesma variável nas entradas e saídas durante a análise. Foi utilizada a análise de Correlação de Pearson, onde agrupou-se as DMUs (Unidades Tomadoras de Decisões – as mulheres) eficientes e suas respectivas idades para verificar se existia correlação, ou seja, se as mais jovens teriam sido as mais eficientes, e posteriormente, agrupou-se também as DMUs eficientes e o número de freqüência que cada participante apresentou durante o programa de atividade física, para verificar a existência de correlação.

Resultados

IV.Resultados

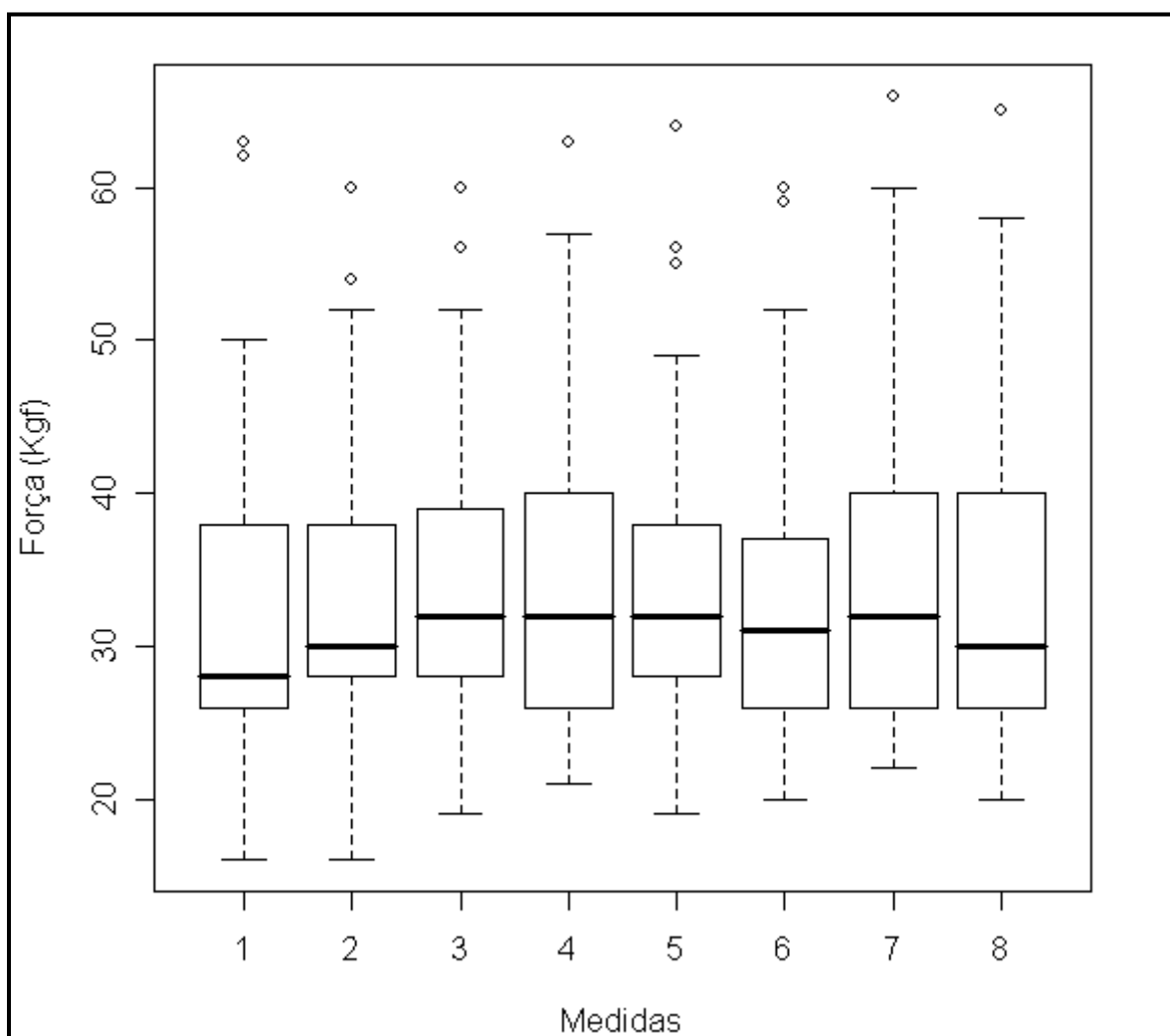
IV.1 Evolução das variáveis fisiológicas

Na Figura 15, é possível notar um aumento do IMC entre a primeira e a segunda avaliações (de aproximadamente 26,95 para 27,25) e também uma diminuição (dos valores médios) da variável entre a segunda e a terceira avaliações (de 27,25 para 27,0). A partir da terceira medida a variável IMC volta a ter um aumento, sendo que esse permanece crescente até a oitava avaliação. Vale ressaltar que houve uma oscilação no que tange à comparação entre os valores médios da primeira e oitava avaliações, mas essa diferença não foi estatisticamente significativa ($p= 0,1297$).



*p ≤ 0,05

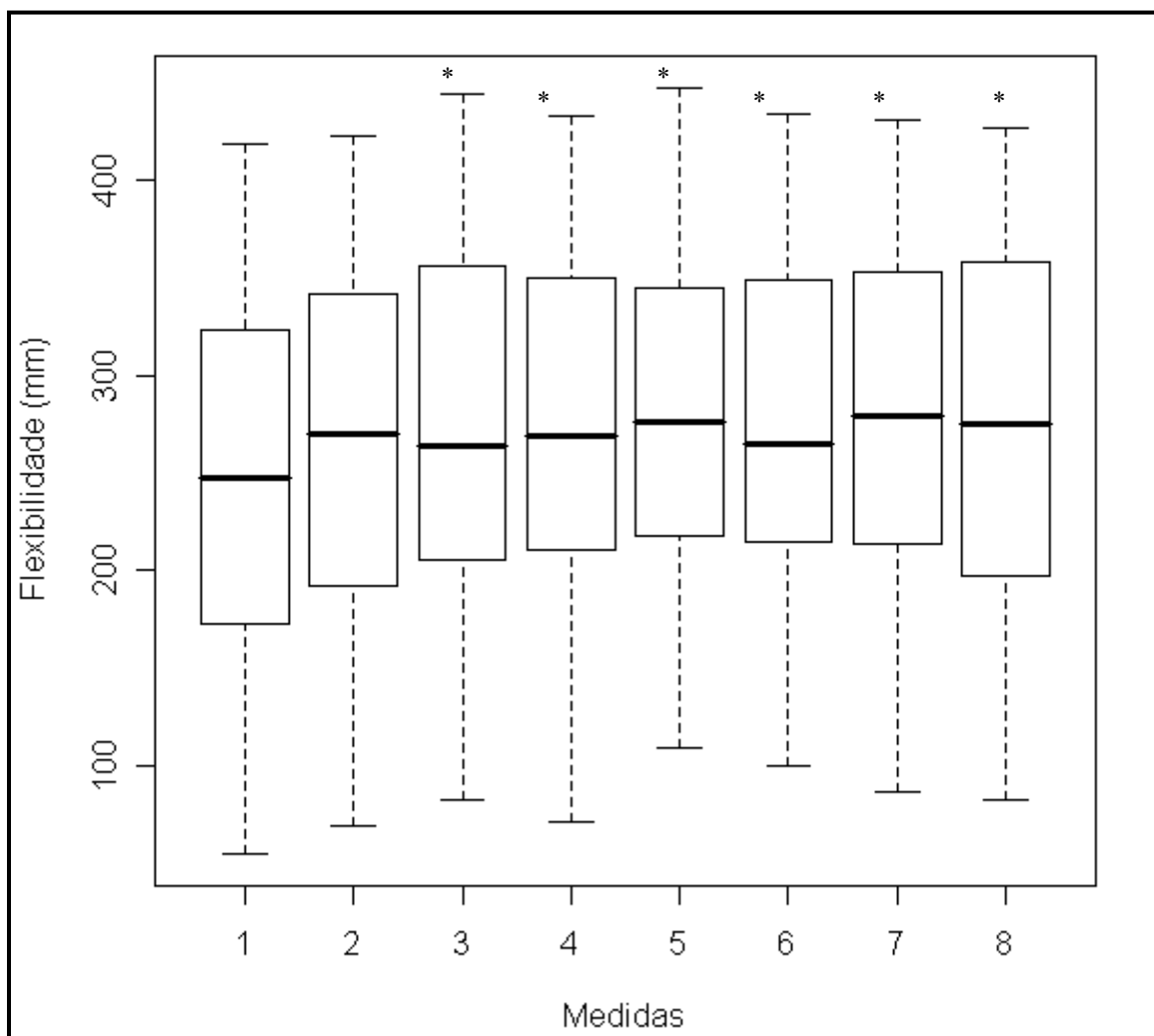
Figura 15. Evolução da Variável Índice de Massa Corporal durante o programa de atividade física.



*p ≤ 0,05

Figura 16. Evolução da Força Muscular manual durante o programa de atividade física.

Na Figura 16, é possível observar um aumento da força de preensão manual no que se refere ao início e ao final do programa de atividade física. Apesar de ocorrer um aumento de aproximadamente 1 Kgf, não houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,0735$) entre as medidas de força muscular. Nota-se também um aumento na força manual entre a primeira e terceira medida (de 32,5 pra 34,0 aproximadamente) e, após a terceira medida ocorrem variações, ou seja, passam a existir ciclos onde a força tende a aumentar e ciclos onde ocorre uma diminuição da mesma, permanecendo assim até a oitava medida.

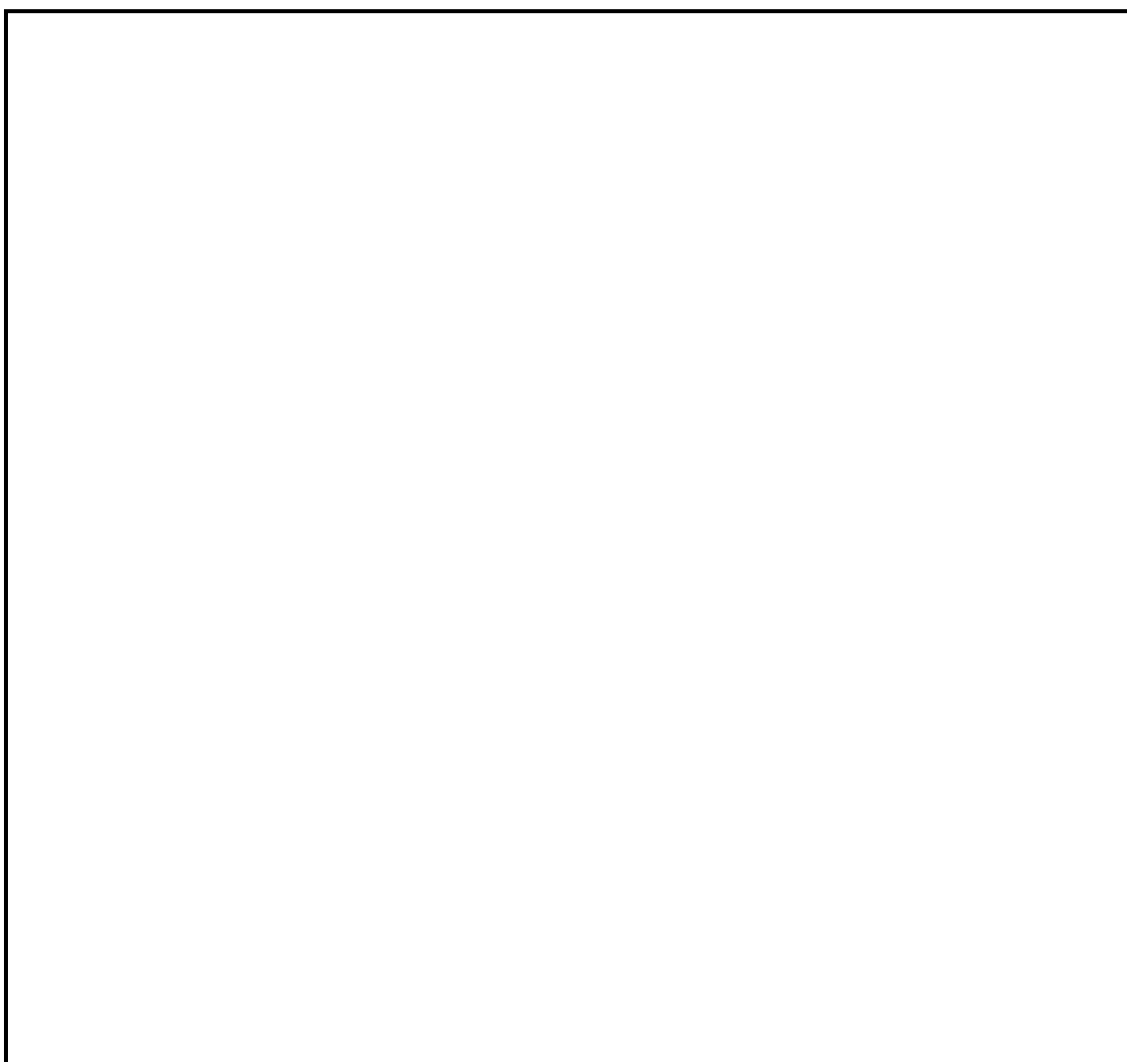


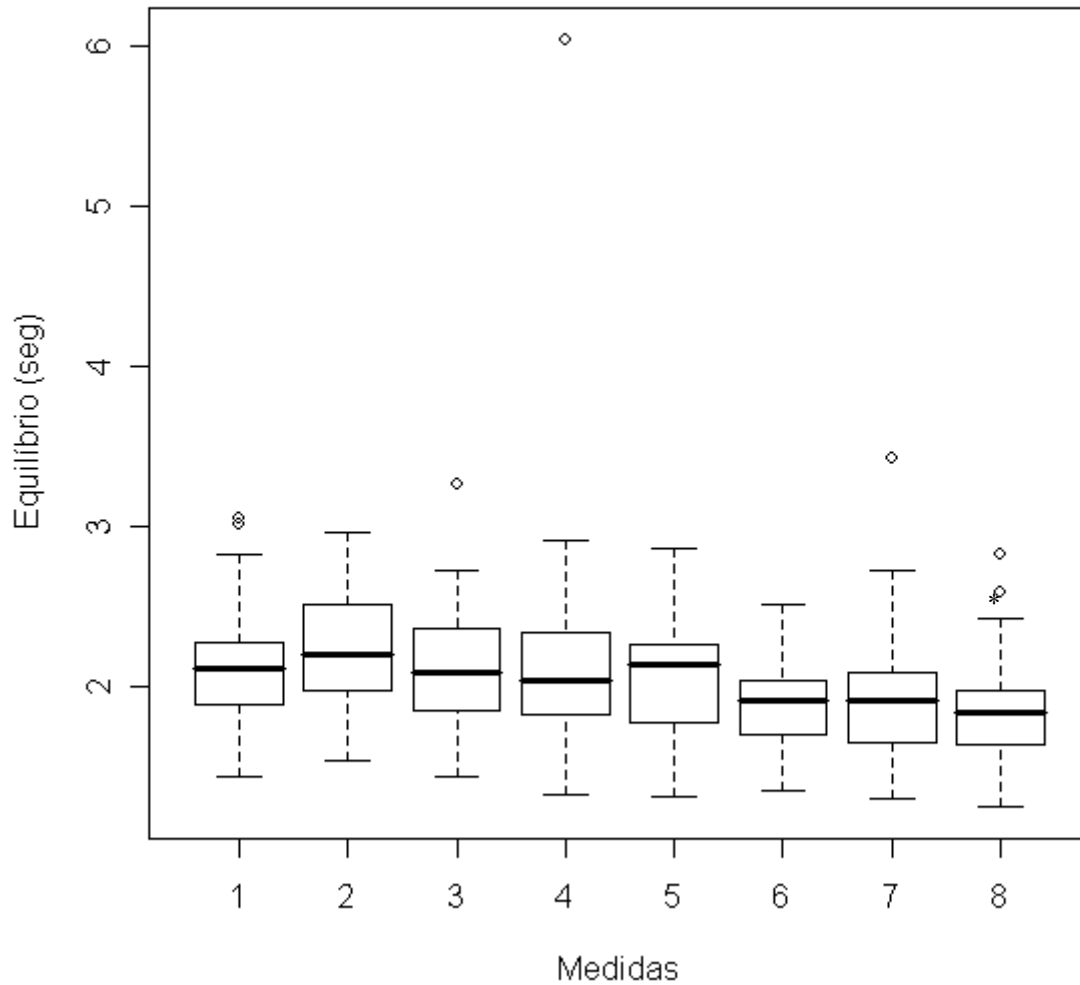
* $p \leq 0,05$

* = diferença estatisticamente significativa entre a primeira e as medidas respectivas.

Figura 17. Evolução da Flexibilidade Corporal durante o decorrer do programa de atividade física.

Em relação à Figura 17, é possível observar um aumento na flexibilidade entre a primeira e a quinta avaliações, uma discreta diminuição entre a quinta e sexta medidas, e logo uma progressão a partir da sexta medida, se mantendo constante até a oitava avaliação. Nota-se também uma melhora significativa ($p=0,000$) da flexibilidade corporal entre a primeira e a terceira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava medidas, não havendo diferença estatisticamente significativa somente entre a primeira e a segunda avaliações.





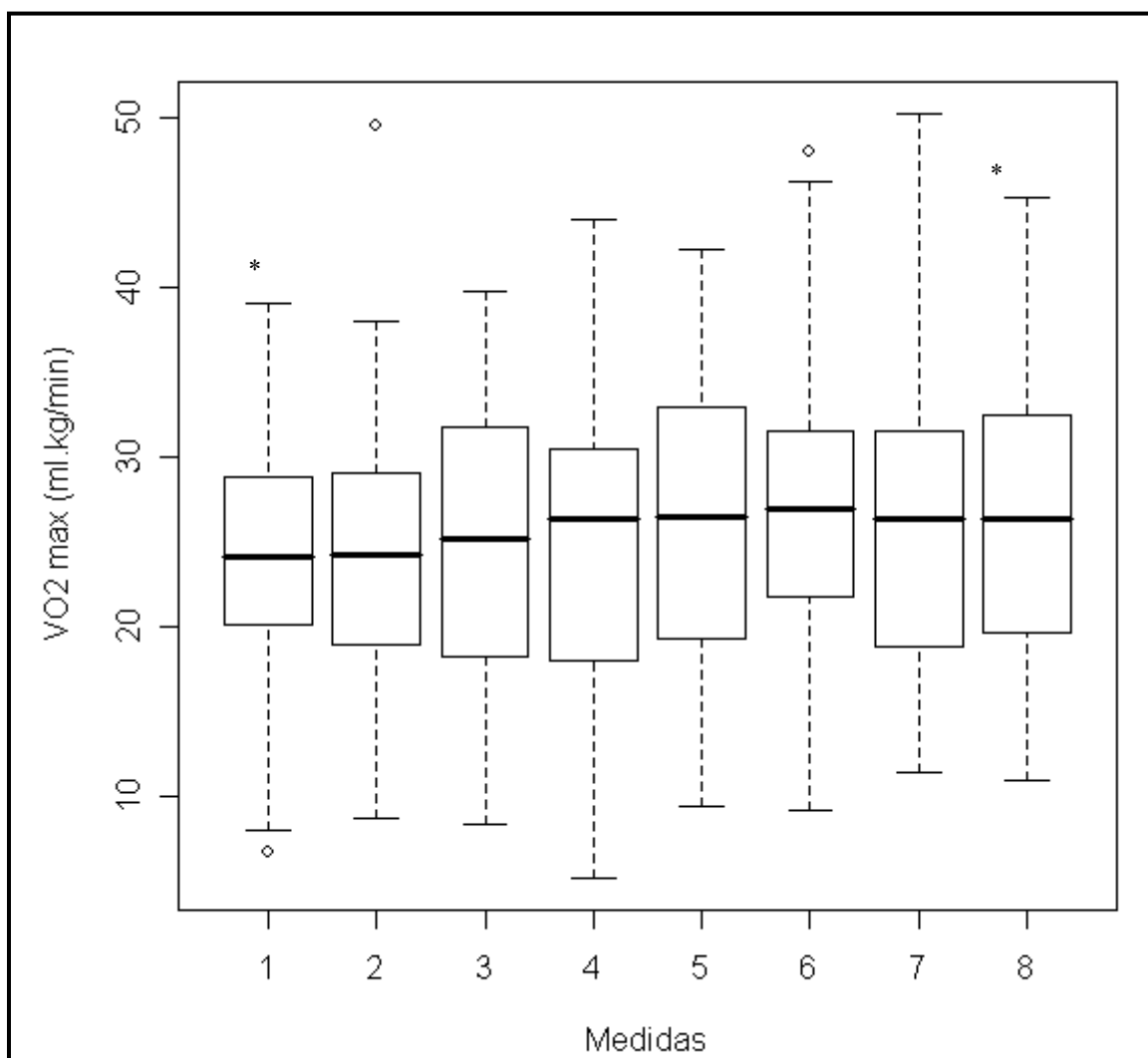
* $p \leq 0,05$

* = diferença estatisticamente significativa entre a primeira e a oitava medida.

Figura 18. Evolução do Equilíbrio Dinâmico durante o programa prolongado de atividade física.

A Figura 18 mostra que a variável equilíbrio dinâmico permaneceu inalterada entre a primeira e a quinta medidas. Após a sexta avaliação houve uma diminuição no tempo de realização do teste, sendo esta diminuição constante até a oitava e última avaliação. No entanto, não houve diferença significativa entre as medidas quando analisadas aos pares e sequencialmente (por exemplo: primeira e segunda, segunda e terceira...), porém quando são

analisadas a primeira e a oitava medidas, foi identificada dignificância estatística ($p=0,000$).



* $p \leq 0,05$

* = diferença estatisticamente significativa entre a primeira e a oitava medidas.

Figura 19. Evolução do $VO_{2MÁX}$ durante o programa prolongado de atividade física

Na Figura 19, é possível verificar um aumento da variável $VO_{2MÁX}$ quanto à análise entre a primeira e oitava avaliações. No que se refere a primeira (23 mlKg/min) e a sexta medidas (27,0 mlkg/min) também observa-se um aumento do $VO_{2MÁX}$, mas, entre a sexta e a sétima medidas ocorreu uma discreta

diminuição de aproximadamente 1 mlkg/min, permanecendo sem alterações entre a sétima e oitava medidas. No entanto só foram encontradas diferenças significativas entre a primeira e oitava avaliações ($p=0.0004$).

IV.2 ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

IV.2.1 Resultados do DEA no que tange à terceira, quinta e sétima medidas e à avaliação geral.

Na Figura 20 é possível observar que, de um total de 120 mulheres senescentes, apenas oito obtiveram eficiência igual ou inferior a 50% após seis meses de programa de atividade física. Também se observa que a maioria obteve eficiência igual ou superior a 60% (95 mulheres) e que apenas sete mulheres foram totalmente eficientes após seis meses de prática de atividade física.

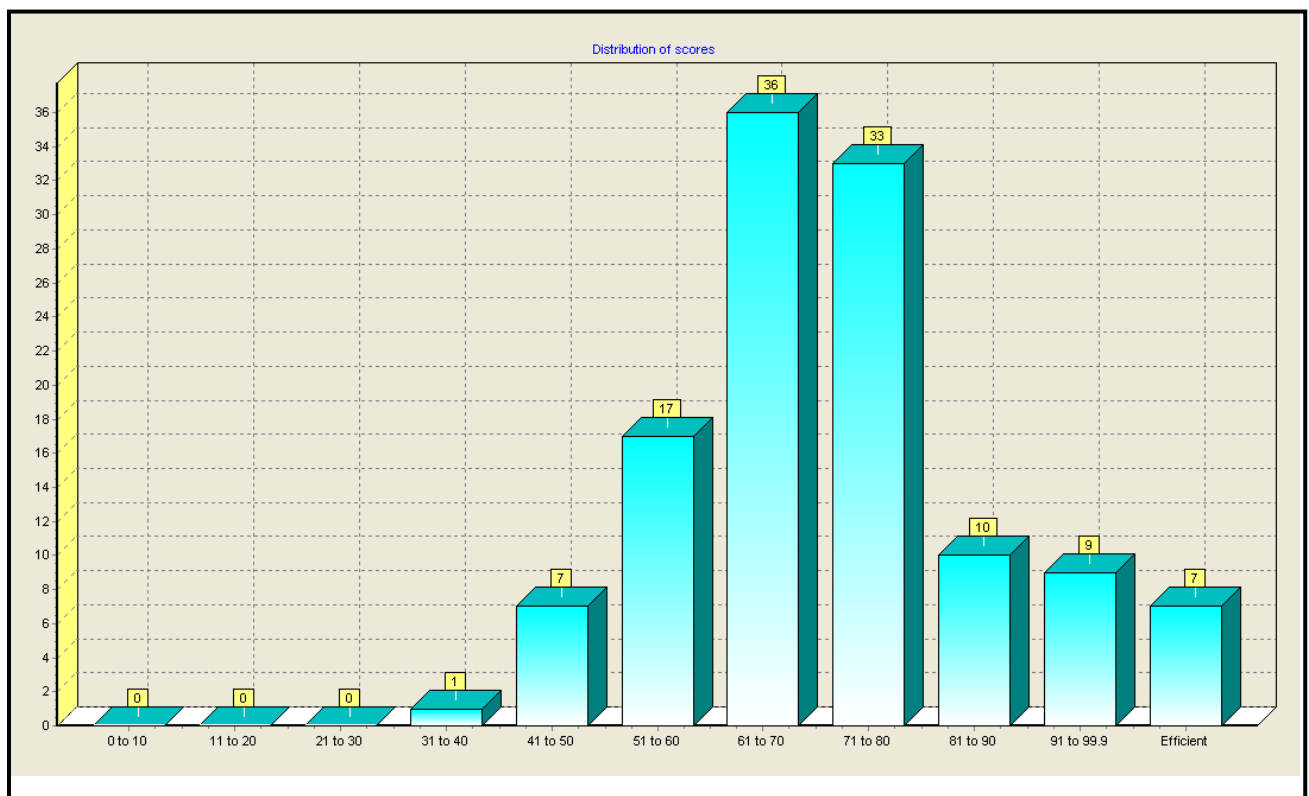


Figura 20. Representação esquemática do DEA referente à terceira avaliação.

A Figura 21 mostra que após seis meses de programa, para que todas as participantes fossem eficientes, o *Frontier* sugere que haja um incremento de 14,61% nos valores de força, 32,05% nos de flexibilidade, 15,28% no equilíbrio e 38,06% nos valores do VO2 máx.

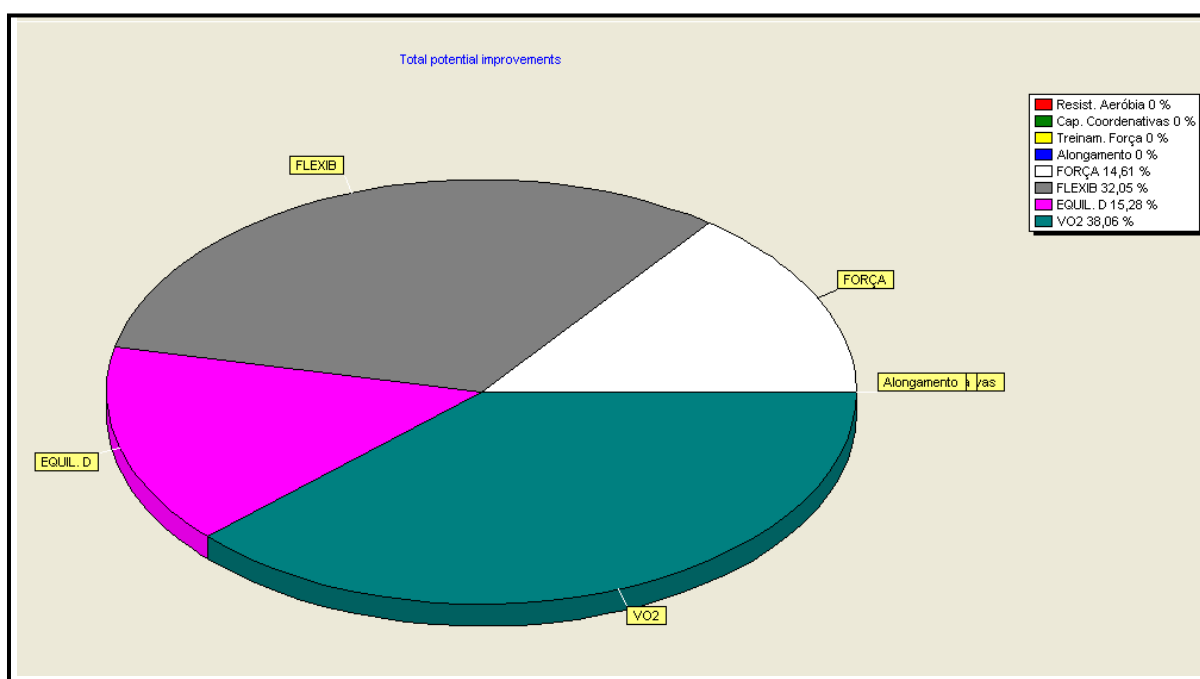


Figura 21. Representação esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA referente aos seis meses de programa de atividade física.

No que tange à análise da Figura 22, é possível observar que sete mulheres foram totalmente eficientes após 12 meses de prática de atividade física. Por outro lado, observa-se também, que 92 participantes alcançaram eficiência igual ou superior a 61% e, destas, 67 obtiveram eficiência entre 61 a 80%. É possível notar que apenas três mulheres tiveram 50% ou menos de eficiência durante este período do programa de atividade física.

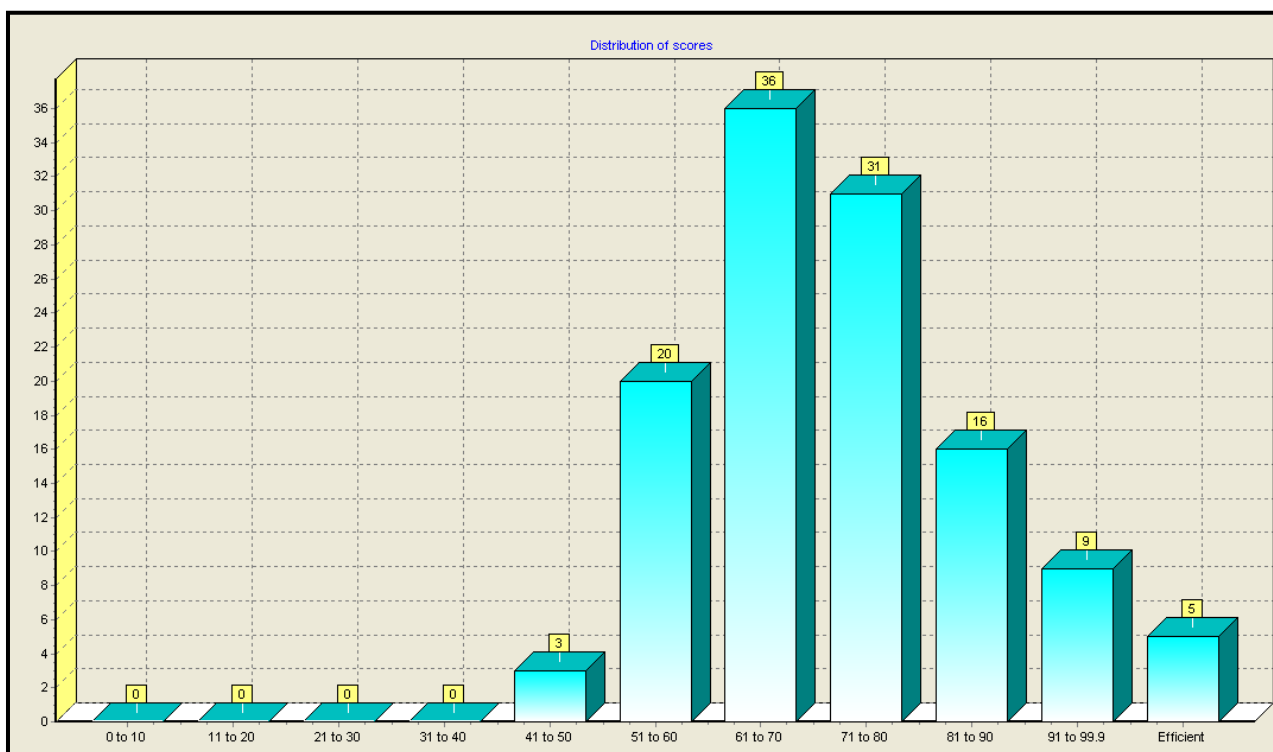


Figura 22. Representação esquemática do DEA referente à Quinta avaliação.

A Figura 23 mostra que após doze meses de atividade física, seria necessário o aumento de 25,52% na força, 27,06% na flexibilidade, 18,52% no equilíbrio dinâmico e 28,9% no VO₂máx para que as participantes do programa alcançassem 100% de eficiência em todos os *outputs*.

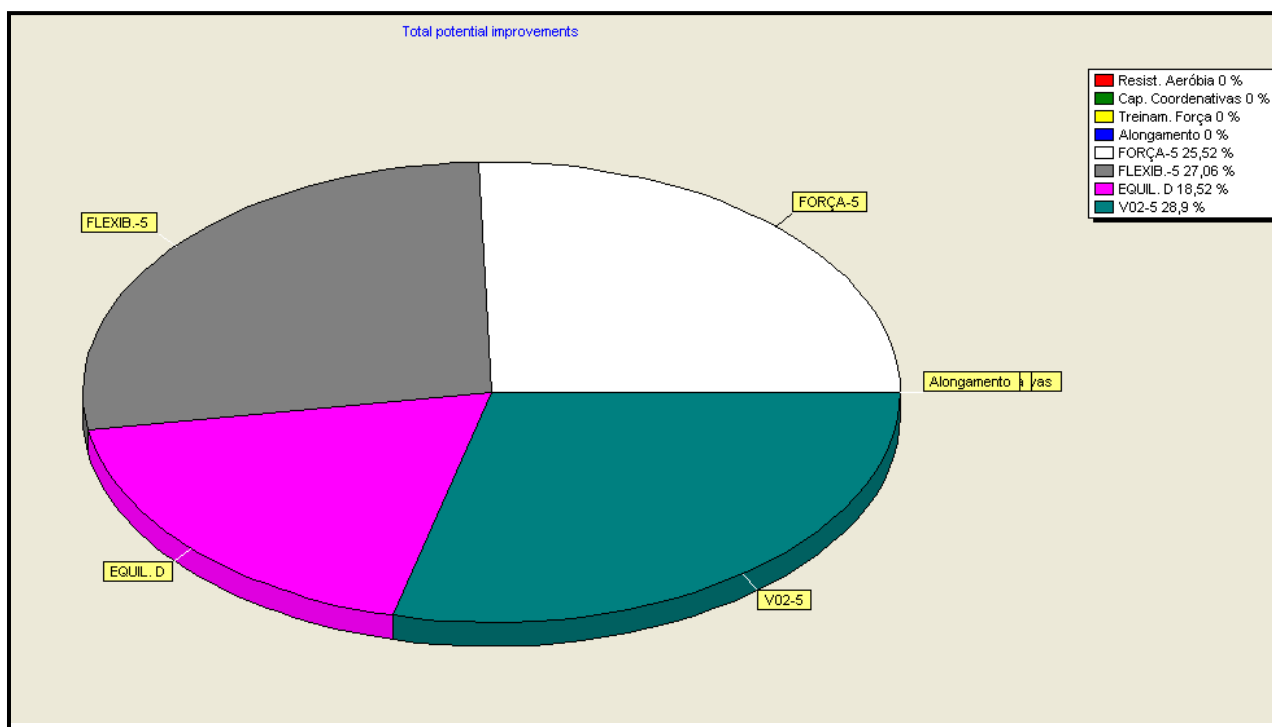


Figura 23. Representação esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA referente aos 12 meses de programa de atividade física.

Em relação à Figura 24, é possível verificar que apenas uma (1) mulher obteve eficiência igual ou inferior a 50%, sete alcançaram à eficiência total (100%) e que a maioria (112 idosas) teve percentagem de eficiência igual ou superior a 51% e, que destas 112 participantes, 54 conseguiram alcançar eficiência entre 71 a 99,9% durante um período de 18 meses.

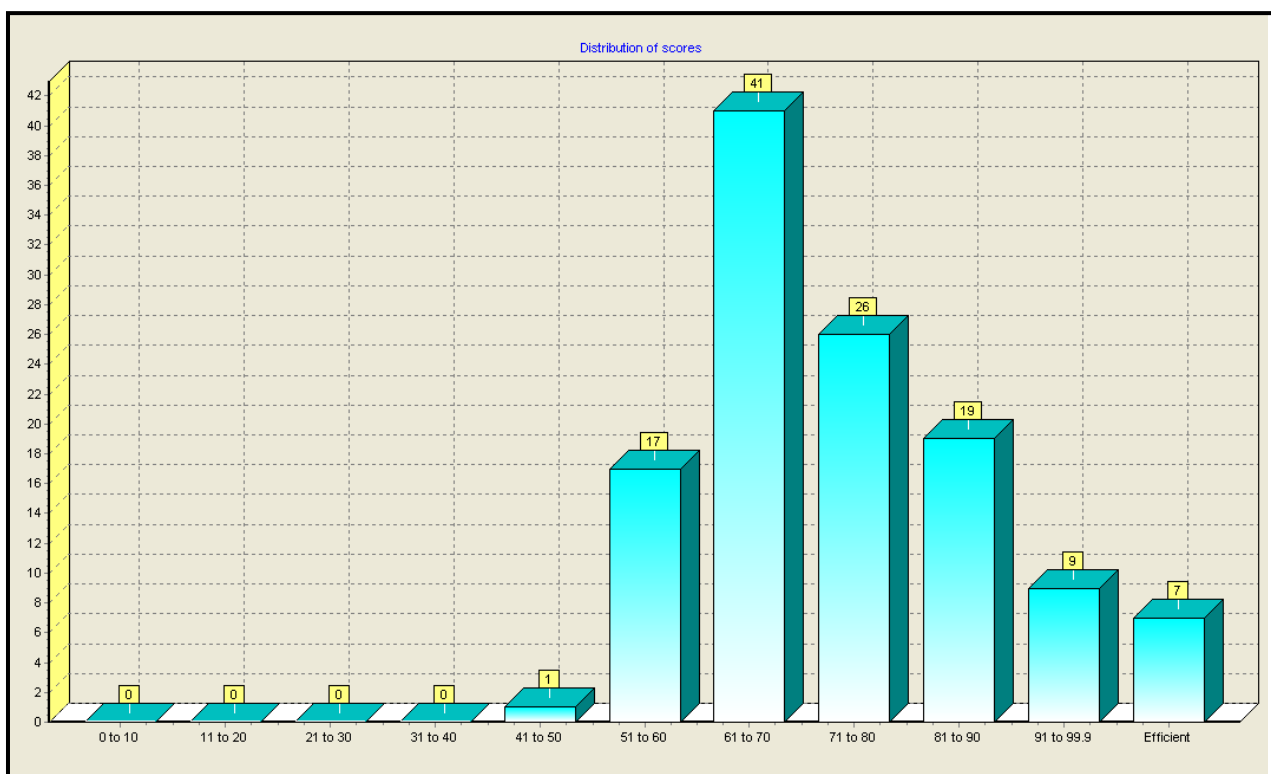


Figura 24. Representação esquemática do DEA referente à sétima avaliação

Os dados contidos na Figura 25, por sua vez, ilustram que após 18 meses de atividade física, a eficiência total só seria alcançada se as mulheres incrementassem 17,08% nos valores de força, 13,84% de flexibilidade, 16,64% de equilíbrio dinâmico e 42,44% de VO₂máx.

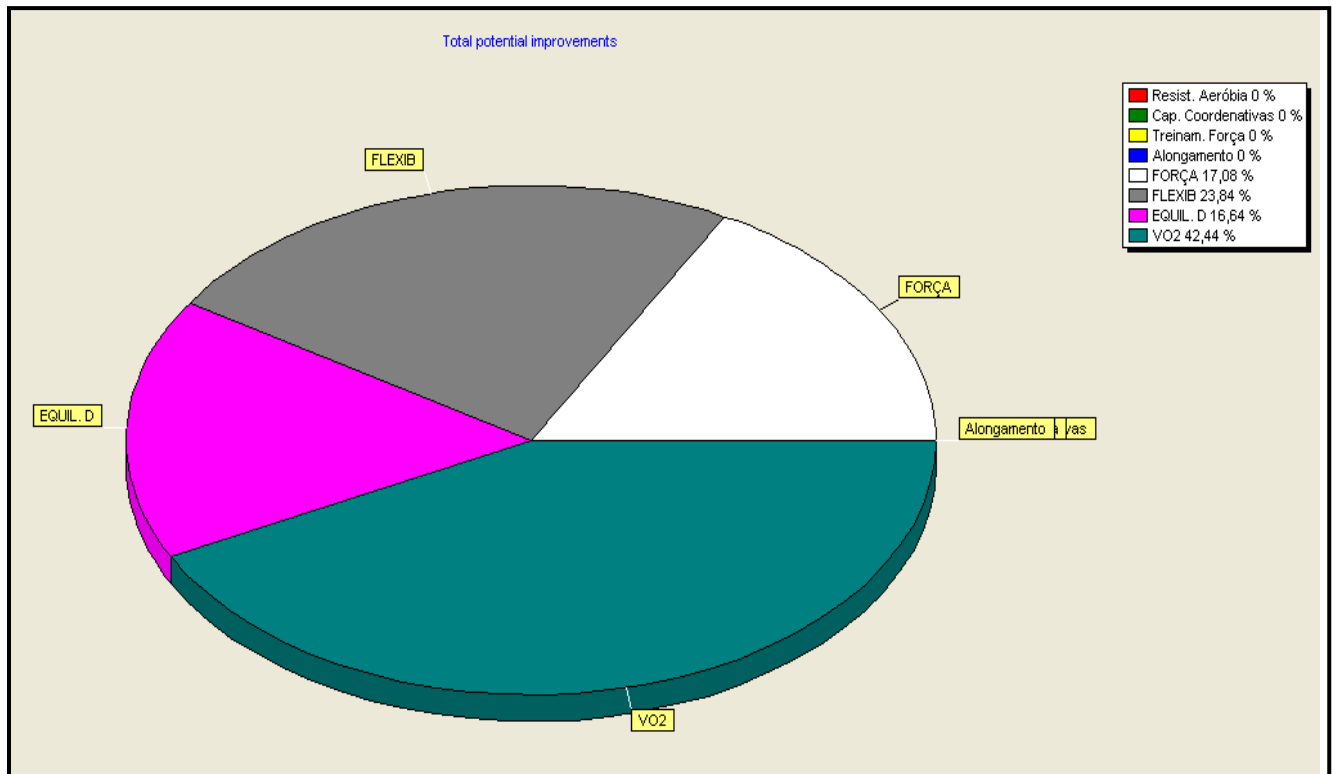


Figura 25. Representação esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA referente aos 18 meses de programa de atividade física.

No que tange à observação da Figura 26, verifica-se que apenas duas participantes foram de 41 a 50% eficientes ao longo de todo programa de exercícios, oito foram de 91 a 99,9% e também oito participantes foram (100%) eficientes. Além disso, 93 mulheres alcançaram nível de eficiência compreendido entre 61 a 90%.

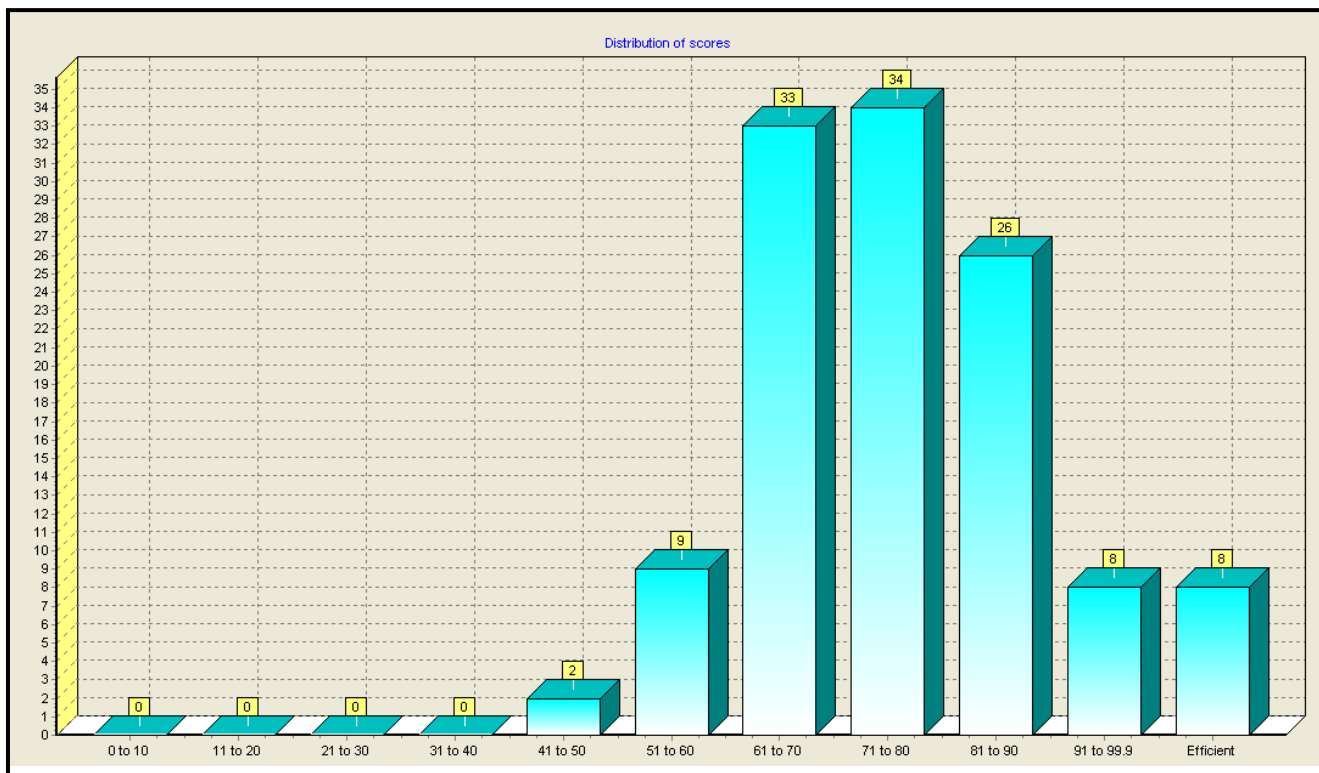


Figura 26. Representação esquemática do DEA referente à análise total (início ao final do programa de atividade física)

Na Figura 27 é possível observar as melhorias sugeridas pelo Frontier para que todas as mulheres participantes do programa atinjam nível máximo de eficiência (100%). Para que isto aconteça é necessário que haja um incremento de 19,92% na força muscular, 22,24% na flexibilidade, 16,24% no equilíbrio dinâmico e 41,6% no VO₂máx.

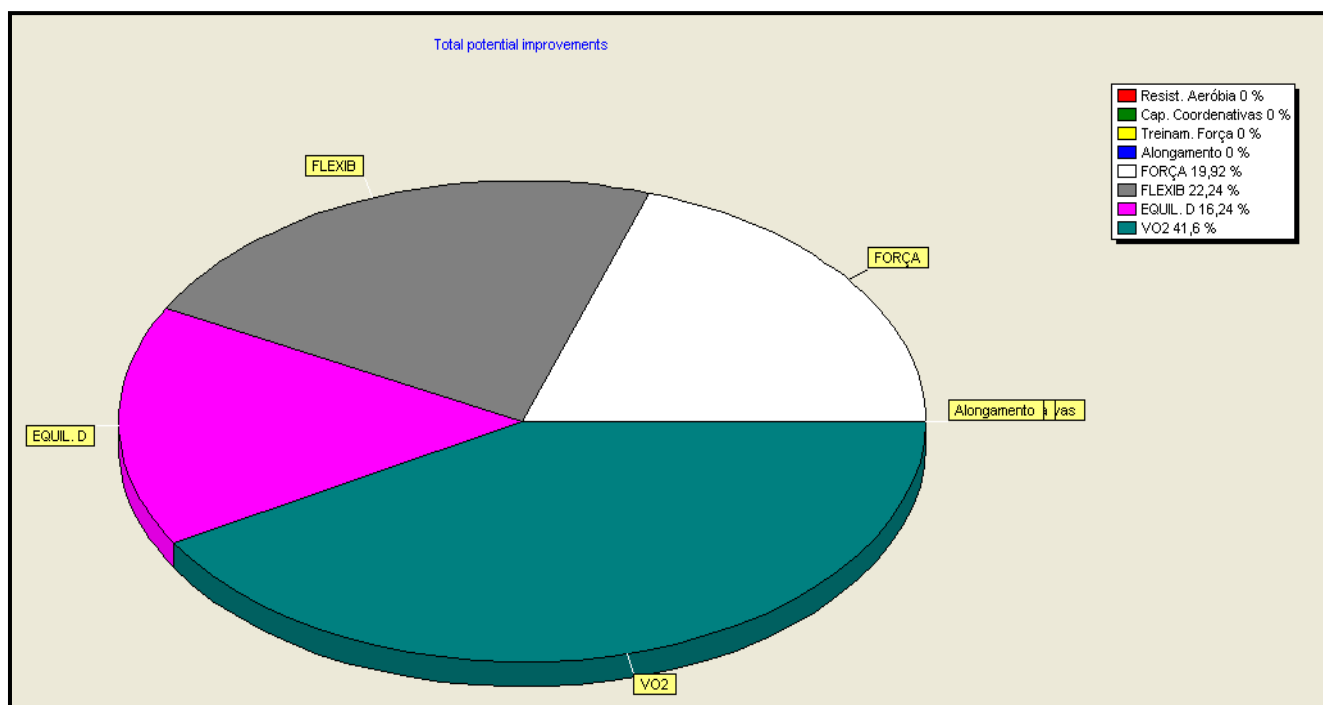


Figura 27. Representação esquemática das sugestões de melhorias feitas pelo DEA ao final do programa de atividade física.

IV.2.2 Resultados do DEA no que tange às avaliações individuais: análise de três participantes.

Foram selecionadas de forma aleatória três participantes para exemplificação dos resultados. A Figura 28 mostra que para esta mulher (participante 14) o programa de atividade física foi eficiente (100%) e que não há necessidade de ajustes nas atividades do programa. Em relação à Figura 29, observa-se que a mulher (participante 46) em questão apresentou 97,5% de eficiência ao longo do programa de exercícios e que para que alcance a eficiência total é necessário que haja um aumento de 12% na flexibilidade e de 2% na força, equilíbrio e VO2máx.

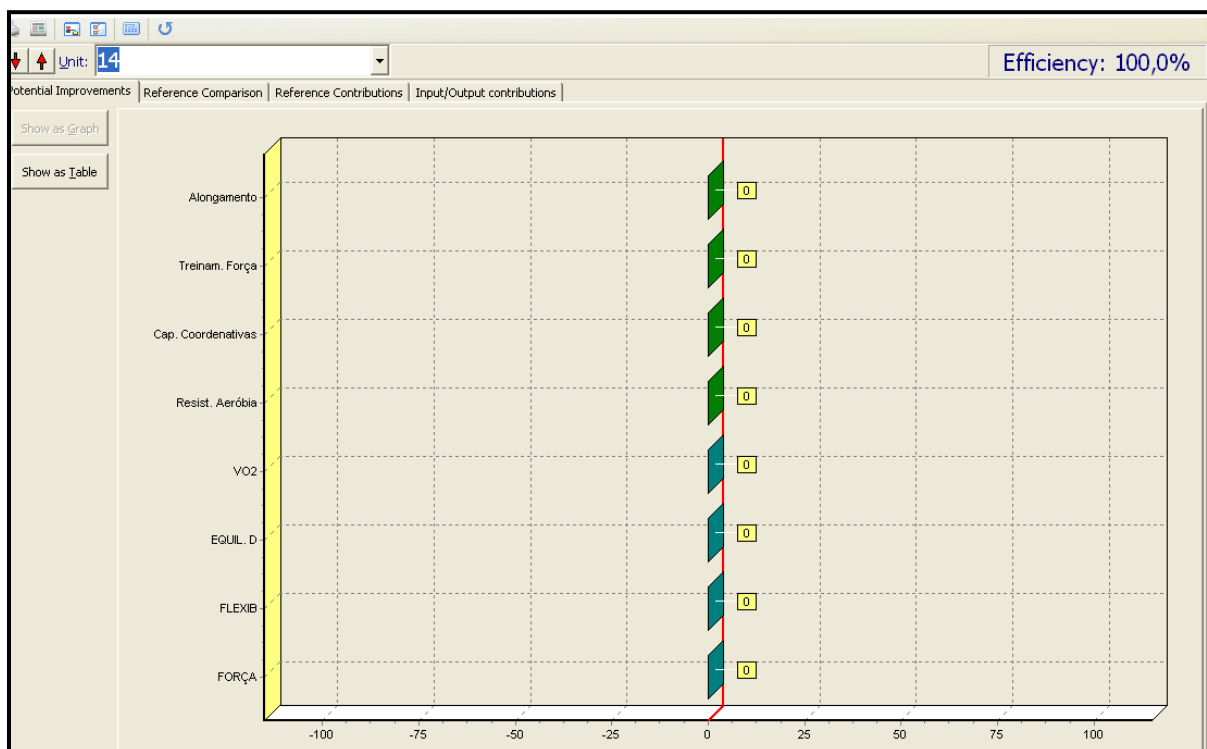


Figura 28. Representação esquemática da participante 14 que se mostrou 100% eficiente durante o programa por meio da análise feita pelo DEA.

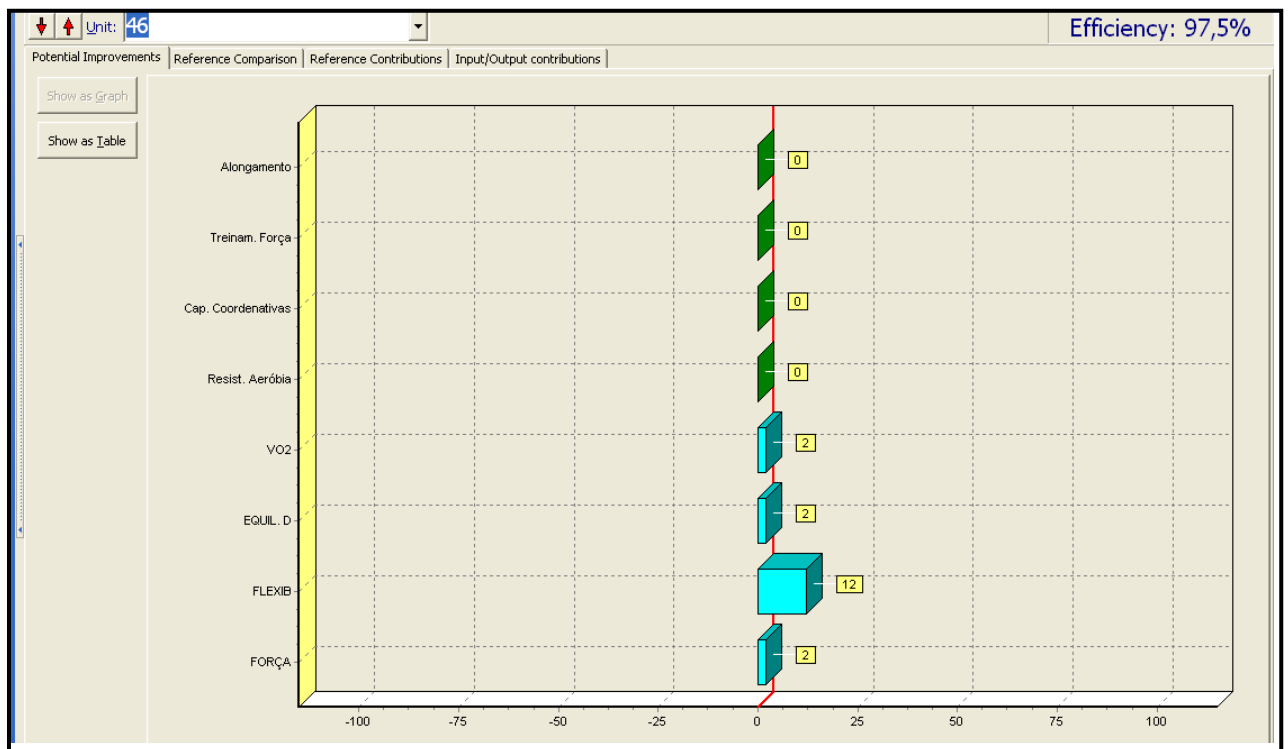


Figura 29. Representação esquemática da participante 46 que apresentou 97,52 durante o programa de atividade física.

Na Figura 30 observa-se que a participante 46 teve uma evolução diferenciada em sua percentagem de eficiência ao longo do programa de atividade física. Na terceira medida obteve eficiência de 93,23%, em seguida houve uma redução na eficiência para 86,67% na quinta medida e novamente um aumento no percentual para 94,19%. Além disso, alcançou percentual de eficiência na medida total de 97,52%.

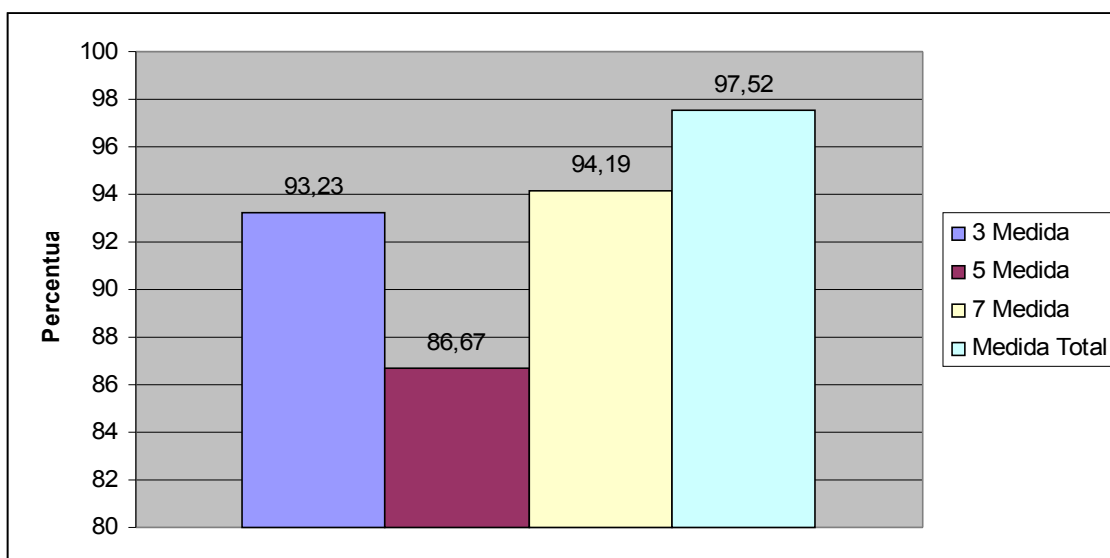


Figura 30. Evolução da taxa de eficiência da participante 46 no decorrer dos dezoito meses de programa.

Na Figura 31 é possível verificar que a participante 149 necessita incrementar 25% de VO2máx. e 14% no equilíbrio dinâmico, flexibilidade e força muscular. A mesma mulher apresentou eficiência de 98,64%, 79,74% e 82,21%, na terceira, quinta e sétimas medidas, respectivamente. E, também alcançou 87,71% de eficiência na medida total (Figura 32).

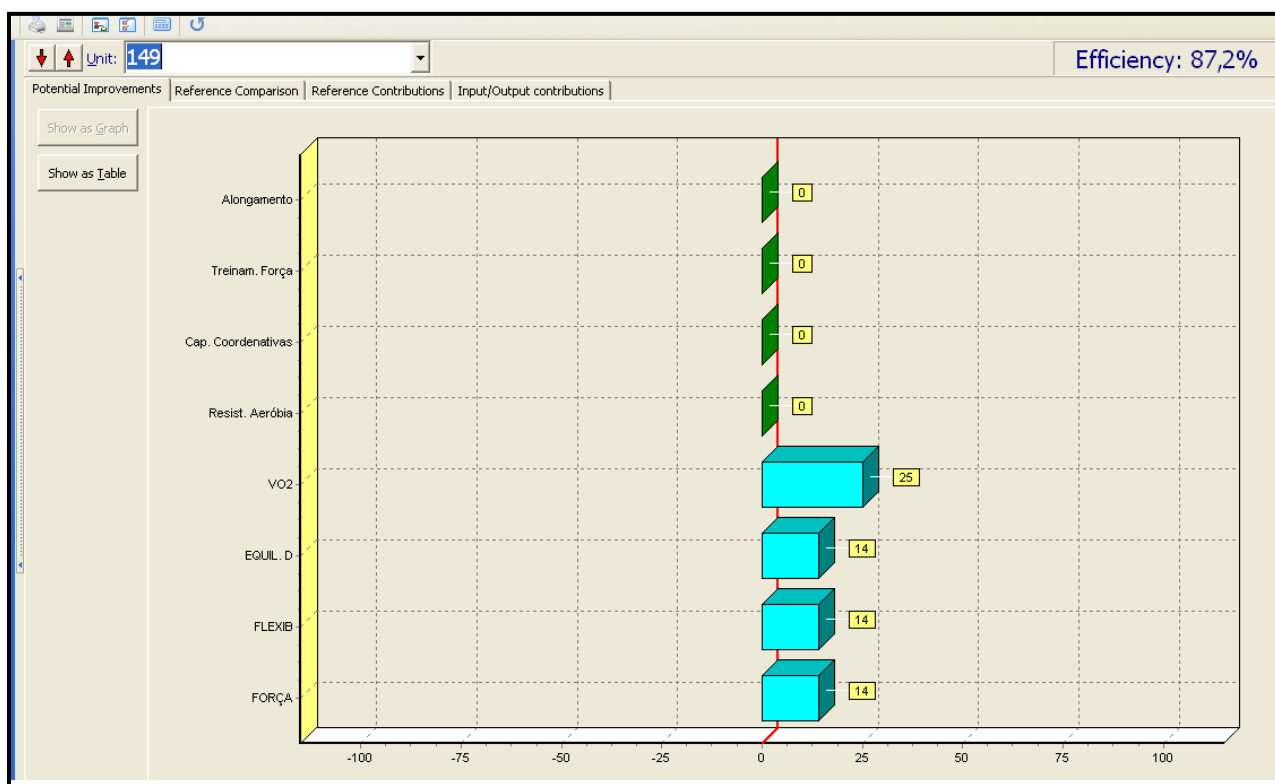


Figura 31. Representação esquemática da participante 149 que apresentou 87,2% durante o programa de atividade física.

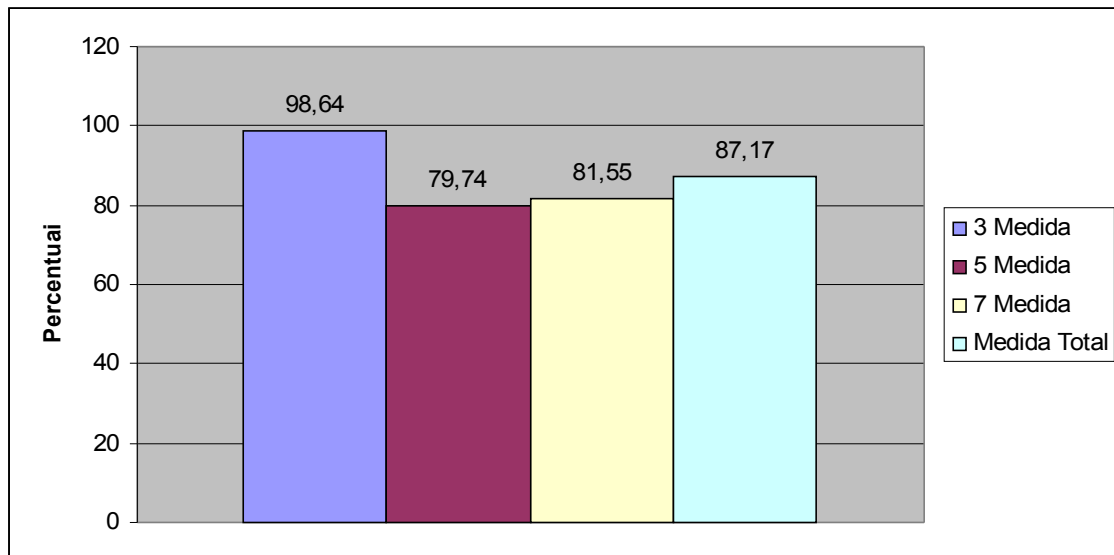


Figura 32. Evolução da taxa de eficiência da participante 149 no decorrer dos dezoito meses de programa.

No que se refere à análise da Figura 33, é possível notar que a participante 99 obteve 89% de eficiência ao longo do programa de atividade física e, que para alcançar a eficiência completa necessita de um aumento de 28% nos exercícios de VO2máx., 20% nos exercícios de equilíbrio dinâmico, 19% na força e 12% na flexibilidade. Em relação à Figura 34 nota-se que a participante 99 tinha 100% de eficiência na terceira medida, 83,27% na quinta e 81,55% na sétima medida. Vale ressaltar que finalizou (medida total) o programa atingindo 89% de eficiência.

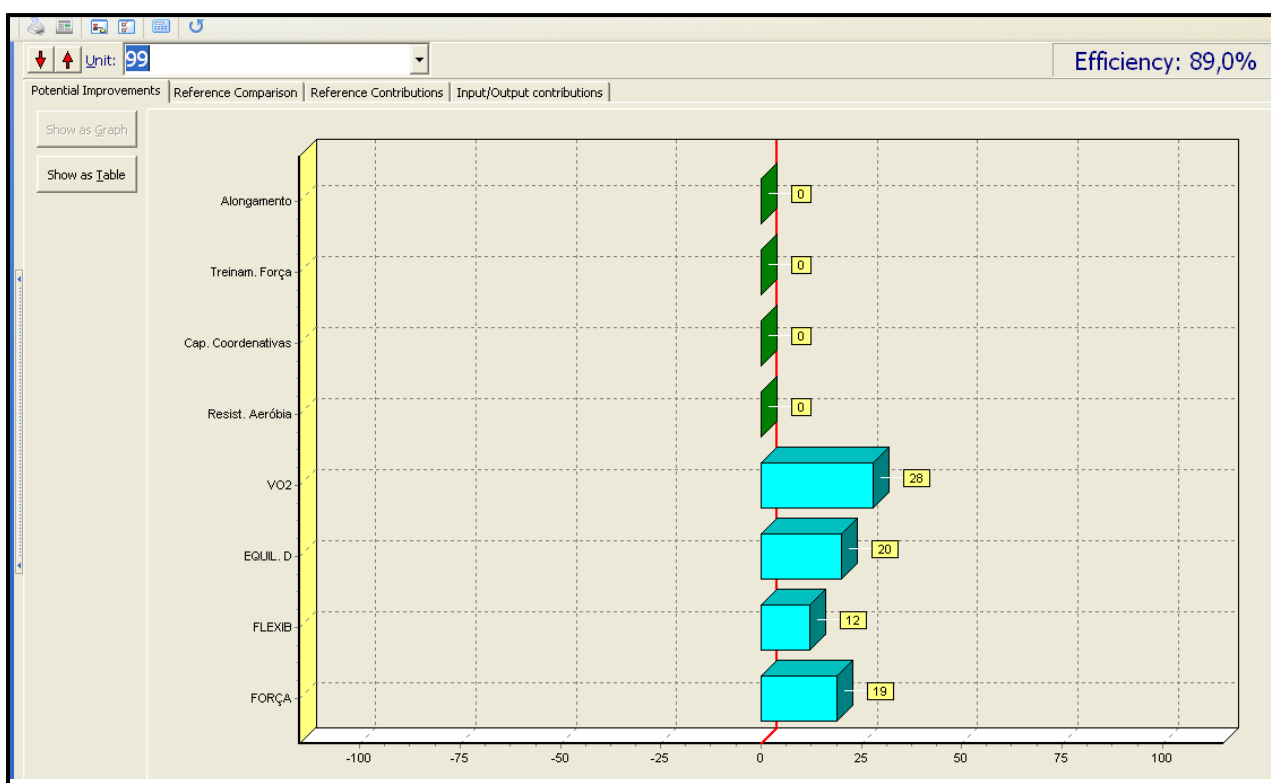


Figura 33. Representação esquemática de uma participante que foi 89,0% eficiente durante o programa de atividade física.

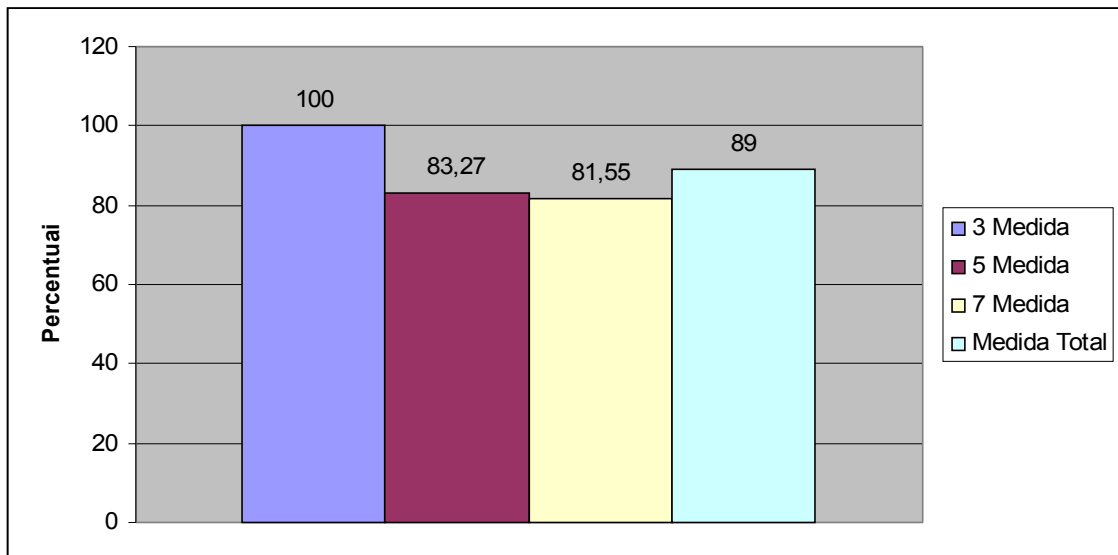


Figura 34. Evolução da taxa de eficiência da participante 99 no decorrer dos dezoito meses de programa.

IV.2.3 – Correlação entre as variáveis idade, frequência e eficiência

Na Figura 35 é possível verificar que todas as mulheres que obtiveram a produtividade máxima do programa (100% de eficiência) tinham idades inferiores á 60 anos, mas também se observa que participantes com idades iguais ou inferiores á 50 anos alcançaram eficiência inferior a 60%. Além disso, é possível notar que a maioria das mulheres que atingiram eficiência compreendida entre 70 e 90% idades entre 55 e 65 anos. Porém, de acordo com a correlação de Pearson não há associação entre as variáveis ($r = -0,3987$).

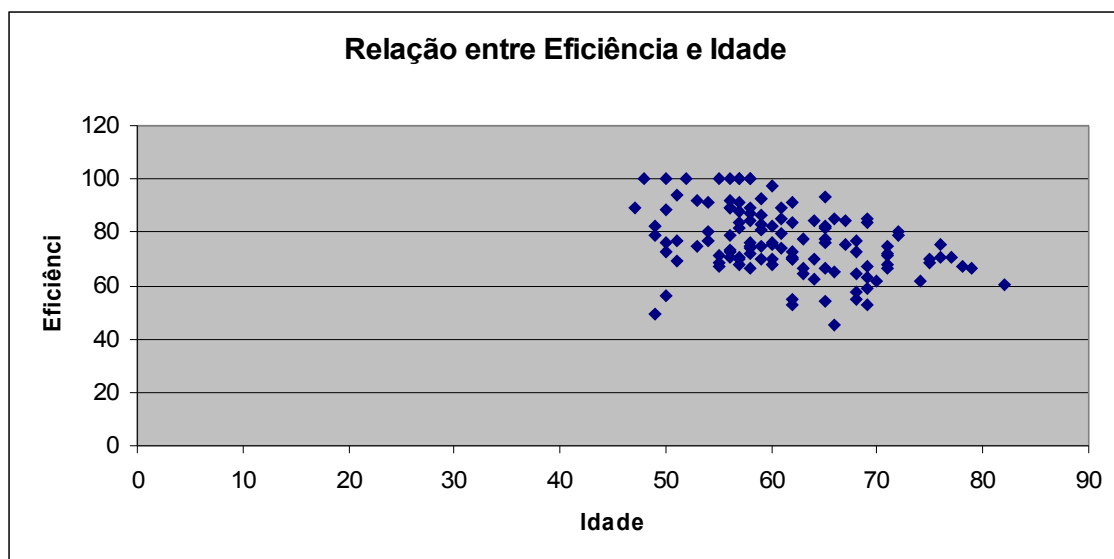


Figura 35. Correlação entre a eficiência do programa e a idade das participantes

A Figura 36 mostra que também não há associação ($r = -0,1779$) entre a frequência de participação no programa e a eficiência do mesmo, visto que se observa que existem mulheres que atingiram a eficiência máxima (100%) e que não participaram de todas as sessões de exercícios. Por outro lado, também é possível notar que mulheres que participaram de todas as sessões de exercícios (160 sessões), obtiveram nível de eficiência inferior a 80%. Em relação à Figura 37 é possível verificar que as mulheres que mais frequentaram as sessões de exercícios tinham idades compreendidas entre 55 e 65 anos. Mas também é possível notar que há participantes com idades inferiores há 55 anos, bem como participantes com idades superiores há 70 anos que frequentaram as sessões de exercícios em menor quantidade. De acordo com a correlação de Pearson não há interação entre as variáveis ($r = -0,0885$). Vale ressaltar que foi feito um corte na frequência das participantes, ou seja, só participaram do estudo, mulheres com frequência superior a 74%.

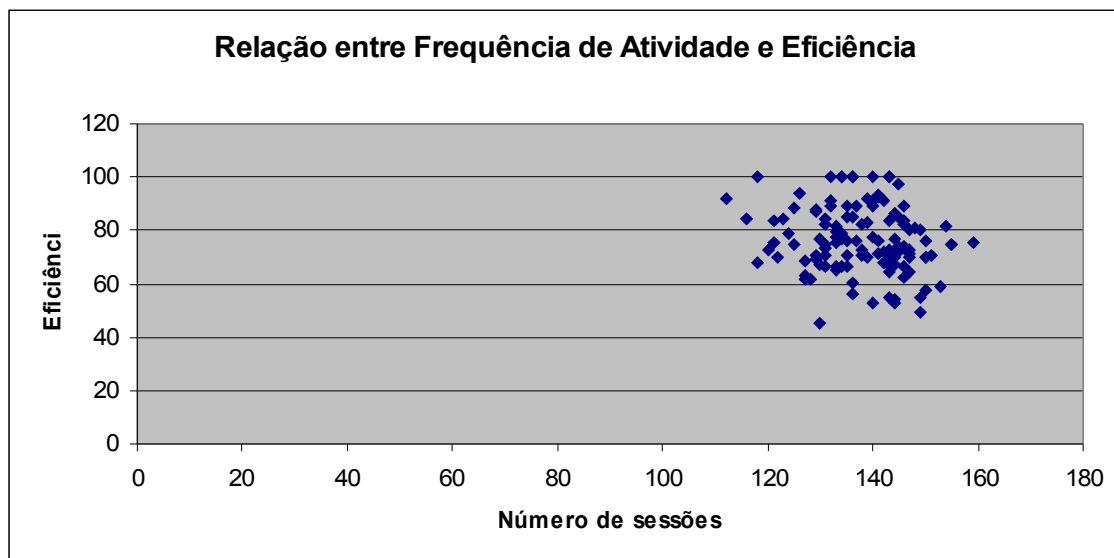


Figura 36. Correlação entre a eficiência do programa e a frequência de atividade física realizada pelas participantes

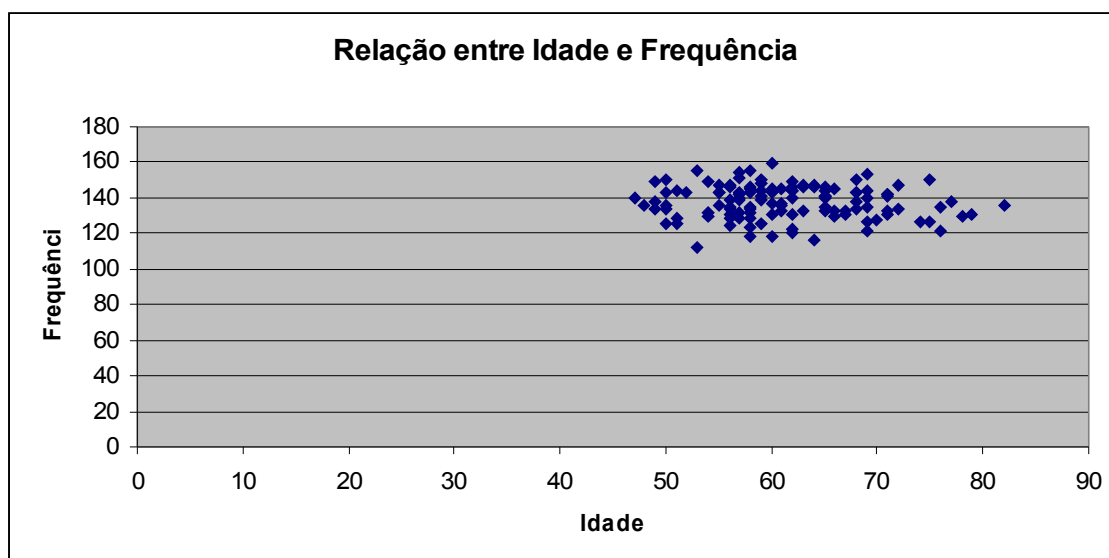


Figura 37. Correlação entre a idade e a frequência de atividade física realizada pelas participantes

Discussão

V. Discussão

V.1 Aspectos relativos à evolução das variáveis fisiológicas

V.1.1 Índice de Massa Corporal (IMC)

Em relação à utilização do IMC para verificar a influência da atividade física de longa duração sobre a composição corporal das idosas é importante destacar que existem algumas controvérsias na literatura a respeito da utilização isolada desse índice como meio diagnóstico, especialmente em idosos. De acordo com Cervi, Franceschini e Priori (2005), o IMC, que utiliza o peso e a estatura como critérios, é útil tanto em análises individuais como populacionais, permitindo comparação com estudos nacionais e internacionais, além de expressar as reservas energéticas do indivíduo. Entretanto, os mesmos autores afirmam que a dúvida persistente diz respeito à verificação se os pontos de corte validados e desenvolvidos para adultos jovens podem ser aplicados com confiança para idosos, considerando as modificações corporais que ocorrem neste grupo etário. Lipschitz (1994), acrescenta que esse problema é agravado pela heterogeneidade que acompanha o envelhecimento e pela presença de doenças idade-dependentes. Além disso, essas dificuldades na utilização do IMC podem ser exacerbadas quando a gordura corporal é um potencial fator de confusão para risco de doenças e as populações em estudo diferirem substancialmente na idade, pois o IMC não é um índice confiável para verificação de doenças e também para comparação entre pessoas com idades diversas.

No que tange aos pontos de corte, Lipschitz (1994), sugere a utilização dos seguintes valores de IMC para idosos: menor que 22 kg/m² considera-se baixo peso, de 22 a 27 kg/m² eutrofia e maior que 27 kg/m² sobrepeso.

No presente estudo nota-se que a totalidade das idosas apresentaram valores médios de IMC que ficam entre 26,95 e 27,25 Kg/m², ou seja, de acordo com Lipschitz (1994), as idosas estão no limite entre a eutrofia e o sobrepeso. Segundo Cervi, Franceschini e Priori (2005), na meia idade (50 a 65 anos), o maior problema nutricional é o sobrepeso, pois está associado às doenças crônico-degenerativas. Além disso, Raso (2002) afirma que a adiposidade corporal total e as suas distribuições (central e periférica) assim como a idade cronológica foram as principais variáveis independentes que exerceram efeito negativo na capacidade funcional para realizar as atividades de vida diária de mulheres acima de 47 anos. Vale lembrar que as idosas participantes deste estudo tinham média de idade de 60,87±7,81 anos.

Foi possível observar neste trabalho uma manutenção da variável IMC, não tendo significância estatística ($p=0,1297$), no que se refere à comparação entre a primeira e a oitava avaliações. Este achado difere do relato de Burr e Phillips (1984), pois mencionam que o IMC diminui com a idade depois de 70 anos, em ambos os sexos. Ressalte-se o fato de que as mulheres tinham idade inferior à idade citada pelos autores Burr e Phillips (1984) e isso talvez seja uma das explicações para o aumento do IMC verificado.

O aumento do IMC pode residir nas alterações próprias do processo de envelhecimento. De acordo com Cervi, Franceschini e Priori (2005), ocorrem mudanças na composição corporal do idoso de tal forma que a massa livre de gordura (massa magra) diminui e a massa gorda geralmente aumenta, sendo

armazenada intra-abdominalmente e intramuscularmente. Além disso, segundo Rebelatto e Morelli (2007), há um declínio progressivo na estatura, resultado da cifose torácica, fraturas vertebrais osteoporóticas, compressão dos discos intervertebrais, diminuição dos arcos plantares e, que a diminuição é de aproximadamente 1cm por década. As idosas participantes realizavam atividade física com uma frequência de três vezes por semana, fato que, possivelmente manteve inalterada a composição da massa magra durante estes dois anos de execução do programa. Além disso, a intensidade da atividade física era moderada, dessa forma, não favorecendo a perda de massa gorda. Outro fator, é a perda de estatura aspecto que influenciaria os valores do IMC. Há que se considerar também o fato de ser detectada ocorrência de alterações na estrutura esquelética que caracterizam a perda de altura dos idosos.

Por fim, segundo Cervi, Franceschini e Priori (2005), o IMC pode ser um bom indicador do estado nutricional de idosos, desde que sejam usados pontos de corte específicos para a idade, especialmente se associados a medidas antropométricas que expressem a composição e a distribuição da gordura corporal, como a medida da circunferência da cintura.

V.1.2 Força Muscular

Está descrito na literatura que a capacidade do músculo esquelético em gerar força declina com a idade (Ochala et al, 2006), mas também que a prática regular de atividade física pode reverter este quadro sarcopênico (Rogatto, 2003). Outro fator descrito na literatura é o fato de que as alterações

da força muscular que acontecem com a idade podem ser diferentes, dependendo do grupo muscular estudado (Rantanen, Era e Heikkinen, 1997). Segundo Rebelatto e Morelli (2007) essa diferença também é dependente da forma de utilização de determinado grupamento muscular e do tipo de fibra muscular. Os mesmos autores relatam que com o processo de envelhecimento ocorrem perdas significativas de fibras musculares do tipo II e do tipo I, mas as perdas de fibras do tipo II são mais acentuadas e, além disso, acontece sarcopenia em maior intensidade nos membros inferiores quando comparada aos membros superiores.

No presente estudo observou um aumento não significativo ($p=0,0735$) da força muscular manual das idosas estudadas ao longo do experimento. Esse fato pode ser devido à manutenção da atividade física por parte das participantes por um período de dois anos sendo três vezes por semana. É importante lembrar que a atividade física proposta no programa de revitalização apresentava intensidade moderada e, por isso, talvez o aumento na força muscular encontrado não tenha sido significativo. Esse relato vem ao encontro do que foi verificado por Rantanen, Era e Heikkinen (1997) quando mencionam que a atividade física regular mesmo que seja em casa, no trabalho ou simplesmente jardinagem, pode ter importante papel na manutenção da força muscular em idosos e também de um adequado nível de independência.

Malisoux, Francaux e Theisen (2007), mostram que estudos em idosos indicam que essa população pode reagir diferentemente com respeito às adaptações das fibras musculares após determinado tipo de treinamento. Dessa forma, Skelton et al, (1995), relataram que exercícios de resistência podem produzir substancial aumento na força muscular e até mesmo na

potência muscular de idosos que mantêm a prática de atividade física. Corroborando com estes achados, Melov et al (2007), afirmam que em idosos saudáveis a prática de exercícios de resistência por seis meses podem reverter substancialmente a perda de força muscular que acontece com o envelhecimento. Esse relato vem ao encontro do que foi verificado neste estudo, visto que, houve a manutenção da força muscular com a prática de exercícios por um período de dois anos.

Outro fato que merece destaque é que a redução da força muscular característica do processo de envelhecimento pode comprometer a realização de tarefas simples da vida diária como levantar de uma cadeira, subir uma escada, entre outras (Rogatto, 2003). Da mesma forma, Forrest, Zmuda e Cauley (2007) afirmam que em uma análise longitudinal a perda de força muscular relacionada à idade compromete tarefas funcionais e são influenciadas por outros fatores modificáveis como peso e flexibilidade. Neste estudo o peso e a flexibilidade também foram objeto de investigação e, especialmente a flexibilidade que teve um aumento significativo durante o período do programa, pode então, ter contribuído para a manutenção da força muscular. Além disso, Ochala et al, (2006), apontam para o fato de que a manutenção do comprimento muscular como resposta ao estiramento pode fornecer evidências da contribuição dos elementos contráteis da célula muscular na diminuição da redução da força durante uma contração excêntrica.

A sarcopenia é maior nos membros inferiores quando comparados aos membros superiores e, por isso, uma análise da força muscular realizada nos membros superiores é válida, pois se houver uma perda nesta situação, pode ser inferido que, no mínimo, ocorre perda de mesma intensidade nos músculos

dos membros inferiores. Segundo Howard et al, (2007), a força de preensão palmar tem sido usada como meio indicador de força muscular em idosos.

V.1.3 Flexibilidade Corporal

Segundo Mcdermott e Mernitz (2006), flexibilidade é definida como a habilidade em mover uma articulação com a sua completa amplitude de movimento e que esta diminui com a idade (20 a 30% entre os 30 a 70 anos). Kell, Bell e Quinney (2001) afirmam que fatores associados ao declínio da ADM são a imobilização e a inatividade (desuso). A imobilização leva a um aumento no “turnover” do colágeno, ao encurtamento da fibra muscular esquelética e diminuição da massa muscular, os quais estão associados com a redução da ADM. Similarmente, a inatividade está associada à degeneração das fibras colágenas, formação de ligações cruzadas entre as fibras colágenas adjacentes, deterioração da superfície articular e diminuição da viscosidade do líquido sinovial, com consequente redução da ADM e da flexibilidade.

Portanto, a manutenção dos níveis de flexibilidade é importante para realização das tarefas do dia-a-dia, como calçar sapatos, subir escadas ou colocar e retirar objetos de prateleiras (Geraldés et al, 2007). Da mesma forma, Kell, Bell e Quinney (2001) afirmam que altos níveis de flexibilidade estão associados com a melhora na habilidade para completar uma AVD, aumentando a independência funcional e a mobilidade. Mas, a manutenção destes níveis de flexibilidade na população idosa está comprometida especialmente pelas alterações estruturais que acontecem nos músculos e nas articulações com o processo de envelhecimento (Rebelatto e Morelli, 2007).

De acordo com Rebelatto et al, (2006), a elasticidade dos tendões, ligamentos e cápsulas articulares diminuem com a idade devido à deficiência do colágeno, determinando que durante a vida ativa, adultos podem perder cerca de 8 a 10 cm de flexibilidade na região lombar e quadril. Além disso, ocorre um aumento no número de ligações cruzadas na fibra muscular que densificam as fibras colágenas com consequente perda da capacidade muscular de ser flexível (Freemont e Hoyland, 2007). Portanto, o estudo e a avaliação constante dessa variável (flexibilidade) é pertinente, assim, é possível entender e programar situações que possam mudar uma condição desfavorável. O estudo avaliou essa variável, para que em seguida fosse proposta uma série de exercícios que pudessem minimizar ou alterar uma condição desfavorável, quando necessário.

De acordo com Guadagnine e Olivoto (2004), avaliar a flexibilidade usando o teste de sentar e alcançar é importante porque avalia duas importantes regiões corporais. Baltaci et al, (2003) relatam que o teste de sentar e alcançar é usado para medir a flexibilidade dos músculos posteriores da coxa (ísquios-tibiais) e da coluna lombar. Os mesmos autores ainda afirmam que é um teste comumente usado em situações que preconizam a prática de atividade física, mas que apresenta inerentes limitações para pessoas com problemas lombares ou que tem dificuldade para sentar no chão com as pernas estendidas.

Outro instrumento bastante utilizado para medição da flexibilidade é o goniômetro, mas segundo Geraldles et al, (2007), o goniômetro isola com maior propriedade os músculos estudados, mas em termos funcionais não consideram articulações que podem compensar as limitações de outras. Ainda afirmam que em se tratando de desempenho funcional que envolvem a

mobilidade do tronco e membros inferiores, as medidas multi-articulares são as mais adequadas.

Pode ser verificado que houve um aumento significativo ($p=0,00$) na flexibilidade em todas as avaliações realizadas, tanto no que diz respeito aos intervalos entre primeira e a terceira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava medidas, bem como entre a primeira e oitava medidas. Esses resultados se assemelham aos relatos de Zakas et al (2006), que verificaram que alterações na flexibilidade aconteceram após exercícios de alongamento muscular em mulheres idosas sedentárias. Além disso, Kell, Bell e Quinney (2001) mostram que a manutenção da prática sistemática de atividade física tem tido impacto considerável sobre a sustentação e a melhora da flexibilidade.

O programa de exercícios realizado pelas voluntárias continha exercícios de alongamento muscular, coordenação, movimentação articular e flexibilidade. Complementarmente, Mcdermott e Mernitz (2006) mencionam que a combinação de atividade aeróbia, treinamento de resistência e exercícios de flexibilidade melhoram a realização das AVDs e podem reduzir a dependência de medicação, diminuir os custos com a saúde, manter a independência funcional e melhoram a qualidade de vida de idosos. Adicionalmente, Kell, Bell e Quinney (2001), afirmam que o aumento da flexibilidade conjuntamente com treino de resistência e alongamento podem melhorar a força e a “endurance” muscular.

V.1.4 Equilíbrio Dinâmico

Assim como outras capacidades físicas, o equilíbrio também sofre perdas com o processo de envelhecimento. Segundo Rebelatto, Morelli e Borges (2007) as perdas incluem diminuição na capacidade visual (perda de acuidade, diminuição da noção de profundidade, perda da capacidade de visão periférica e da sensibilidade de contraste), deficiências no sistema vestibular (especialmente diminuição dos receptores capazes de detectar os movimentos de cabeça), deficiências no sistema somatossensorial (redução dos receptores articulares, tendíneos e musculares), perda da capacidade de processamento central das informações (aumento do período de latência, especialmente por diminuição da velocidade de condução nervosa) e redução do componente efetor do movimento (diminuição da qualidade da contração muscular e do número de fibras musculares, principalmente as fibras do tipo II).

De acordo com Perracini (2005) as perdas na capacidade de se equilibrar que acontecem com a senescência levam o idoso a um aumento exponencial no risco de quedas. Helbostad et al (2007) afirmam que a fadiga muscular compromete a funcionalidade em idosos e que essa fadiga física pode representar um fator de risco para quedas em pessoas desta faixa etária. Segundo De Castro, Perracini e Ganança (2006), os distúrbios do equilíbrio compõem um dos fatores etiológicos mais importantes de quedas e instabilidade em idosos, sendo um dos marcadores de fragilidade e podendo levar à incapacidade funcional e dependência.

Dessa forma, a avaliação do equilíbrio em idosos é fundamental pois, a partir das informações coletadas é possível inferir sobre a prevenção de

situações que podem comprometer a qualidade de vida. Uma das formas mais simples de verificar o acometimento desses sistemas, cuja integridade é fundamental para o desempenho normal de tarefas motoras, é a avaliação funcional que simula, justamente, as demandas envolvidas na habilidade em controlar o equilíbrio, podendo ser útil gerar hipóteses quanto aos determinantes da limitação funcional observada (Gazzola et al 2006). Neste estudo foi utilizado o teste de velocidade máxima ao caminhar (Aveiro et al 2006) que se caracteriza por apresentar aspectos que se assemelham à algumas AVDs de idosos. O teste faz com que o idoso caminhe em máxima velocidade dentro de base de suporte pequena, obrigando-o a manter certa estabilização corporal. Essa estabilidade o beneficiará em muitas atividades domésticas como por exemplo, ir ao supermercado, ir ao banheiro, ou seja, ser independente. Além disso, este teste permite avaliar o equilíbrio dinâmico que segundo Bruin e Murer (2007), se caracteriza como a habilidade para antecipar alterações no equilíbrio e na coordenação muscular, atividades que mantêm a estabilidade corporal.

Foi possível verificar que houve melhora significativa ($p=0,00$) no equilíbrio dinâmico das mulheres estudadas ao longo do período do experimento. Ressalta-se o fato de que no programa de atividade física proposto havia exercícios voltados para a coordenação motora, flexibilidade, resistência entre outros e, Bruin e Murer (2007) afirmam que a combinação de exercícios pode melhorar o equilíbrio dinâmico postural. Por outro lado, Madureira et al (2007) mostram que programas que enfatizam treinamento de equilíbrio são mais efetivos do que aqueles programas que consistem primariamente de exercícios aeróbios, força muscular ou flexibilidade, e que a especificidade do treinamento

é um dos aspectos mais importantes no trabalho com o idoso (Bruin e Murer, 2007).

Vários estudos estão em concordância com os resultados encontrados. Madureira et al (2007) relatam que treinamento de equilíbrio, supervisionado por um fisioterapeuta e complementado por exercícios domiciliares são efetivos na melhora do equilíbrio funcional e estático e na mobilidade com consequente redução na incidência de quedas em idosos. Similarmente, programas de exercícios que incluem treino de força de baixa intensidade e treino de equilíbrio, melhoram o equilíbrio e reduzem a taxa de quedas quando comparado ao grupo controle (Nagy et al 2007). Os mesmos autores ainda afirmam que os resultados de seus estudos indicam que um treinamento físico combinado apresenta efeito positivo sobre o desempenho do equilíbrio mesmo de idosos em idades mais avançadas. Os resultados apresentados mostram que mesmo idosos com idade superior a 75 anos obtiveram respostas positivas no que se refere ao equilíbrio dinâmico.

Contrariamente, Cao et al (2007), relatam que os efeitos dos exercícios sobre a velocidade do passo e, conseqüentemente, sobre o equilíbrio são inconsistentes, mas que os efeitos da intervenção foram heterogêneos. Aqueles idosos que apresentavam velocidade inicial baixa houve apresentaram melhora substancial, mas naqueles idosos que tinham velocidade do passo normal, praticamente não houve alteração na variável estudada. Adicionalmente, Daley et al (2007), concluíram que os exercícios influenciam somente idosos com velocidade do passo baixa.

Uma análise da literatura mostra quantidades importantes de estudos que abordam os efeitos da atividade física na manutenção do equilíbrio em idosos.

Uns são favoráveis à utilização de determinados tipos de exercícios, outros são favoráveis a utilização de exercícios combinados, mas poucos são os estudos que observaram essa variável por um período de tempo superior a 12 semanas. O tempo de realização do programa de exercícios, neste estudo, talvez tenha sido uma das explicações para que o equilíbrio dinâmico tenha tido melhora significativa, principalmente quando se estabelece a comparação entre a primeira e a oitava avaliações.

V.1.5 Capacidade Aeróbia ($VO_{2máx}$)

Ser idoso, ser do gênero feminino e sedentário são situações associadas com a diminuição na capacidade de realização de exercícios refletindo em um decréscimo no consumo de oxigênio (Woo et al 2006). De acordo com Hawkins e Wiswell (2003), aproximadamente aos 75 anos, metade da capacidade do sistema cardiovascular, definida como “consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$)”, está diminuída e os idosos comumente demonstram valores inferiores àqueles requeridos para as mais comuns atividades de vida diária (AVDs). Também afirmam que o $VO_{2máx}$ representa um limite funcional para habilidades corporais e é reconhecido como uma referência internacional para a prática de atividade física. Segundo Rebelatto e Morelli (2007), para que um idoso possa realizar suas AVDs de forma independente há a necessidade deste ter um valor de $VO_{2máx}$ de aproximadamente 13 a 15 ml.Kg/min. Partindo desse pressuposto é possível verificar que as mulheres participantes do estudo apresentaram valores médios de $VO_{2máx}$ superiores ao citado (23 ml.Kg/min), ou seja, todas as idosas eram sedentárias no início do programa

mas não apresentavam valores de VO_2 máx que indicassem graus de dependência.

Conceitualmente, o VO_2 máx é o resultado do produto entre o débito cardíaco (DC) e a diferença artério-venosa de O_2 também é conhecido que o DC está diretamente ligado à frequência cardíaca e ao volume sistólico e, a diferença artério-venosa de O_2 associa-se diretamente à circunstâncias periféricas como a massa muscular, a vascularização deste músculo e, conseqüentemente, ao fluxo sanguíneo muscular. Woo et al (2006), afirmam que o processo de envelhecimento leva a uma diminuição de aproximadamente 25% na capilarização muscular e na atividade de enzimas mitocondriais e que, essa redução na capacidade oxidativa do músculo esquelético pode levar à um acúmulo prematuro ou excessivo de ácido láctico e à diminuição no consumo de O_2 durante o exercício. Segundo os mesmos autores, fontes adicionais de ineficiência na capacidade oxidativa podem incluir alterações na função cardíaca, no fluxo sanguíneo músculo-esquelético, originários de uma diminuição na densidade capilar e na relação fibra muscular–capilar sanguíneo que acontece com o envelhecimento.

Hawkins e Wiswell (2003), afirmam que há um declínio fisiológico no VO_2 máx com a idade e que este é de aproximadamente 10% por década a despeito do nível de atividade, embora haja algumas indicações de que a manutenção de um treinamento possa reduzir essa perda.

Estudar estas perdas no VO_2 máx e propor circunstâncias que possam minimizar as influências delas sobre o idoso foi um dos objetivos centrais do trabalho feito por Hawkins e Wiswell (2003). A variável VO_2 máx foi avaliada por meio de um teste indireto, o “Rockport Walking Test” ou teste da milha

(Rockport Walking Institute, 1986; Howley e Franks, 1995; Heijuard, 1996). De acordo com Rebelatto (2002), mesmo este teste sendo indireto, ele é capaz de reproduzir a capacidade aeróbia dos indivíduos estudados. Vale ressaltar que a escolha de um teste indireto foi feita pela necessidade de ter em mãos um teste simples, fácil de aplicar, de baixo custo e que não precisasse de um ambiente específico para sua realização, pois o Programa de Revitalização Geriátrica consta com um número de participantes expressivo (aproximadamente 400 idosos) e, portanto, a utilização de um teste direto de VO₂máx. (como por exemplo, a ergoespirometria) seria inviável.

Dessa forma, foi verificado que houve oscilações na direção um aumento nos valores médios do VO₂máx em todas as avaliações realizadas. Além disso, foi possível observar um aumento significativo ($p=0,0004$) no VO₂máx quando comparadas a primeira e oitava avaliações. Audette et al (2006), relatam que a prática da atividade física melhora a potência aeróbica (VO₂máx.) em idosos, pois causa alterações positivas na regulação autonômica do coração medida pela variabilidade da frequência cardíaca. Gissane, Corrigan e White (1991), mostram que houve um aumento na capacidade aeróbia dos grupos estudados, jovens e idosos, após período de treinamento de oito meses.

Outro fator que merece destaque é a verificação de que por meio da atividade física proposta neste programa ao longo de dois anos, provavelmente houve uma atenuação na perda ou melhora na massa muscular e, portanto, explicaria em parte, o aumento no VO₂máx verificado neste estudo, Woo et al (2006), mencionam que a densidade capilar e a atividade mitocondrial aumentam em idosos com o treinamento físico em níveis similares a de adultos

juvens Meredith et al citado por Woo et al (2006), referem que idosos sedentários aumentaram sua capacidade oxidativa muscular em 128% enquanto que jovens sedentários obtiveram um aumento de apenas 28%. Finalizando seu raciocínio, Woo et al (2006), afirmam que a reversibilidade desses parâmetros com o treinamento sugere que uma significativa parcela destas alterações que acontecem com o envelhecimento, pode ser devido ao baixo nível de atividade física verificado em idosos sedentários quando comparados a jovens sedentários e que, somente com moderada prática de exercícios cardiorrespiratórios, os idosos parecem encontrar relativo ganho nos parâmetros aeróbios quando comparados aos jovens. Esses relatos vêm ao encontro de Hawkins e Wiswell (2003), que, afirmam que o treinamento não influencia no declínio da frequência cardíaca máxima, pois esta varia conforme a idade ($FC_{máx} = 220 - idade$), mas influencia na composição da massa corporal, especialmente dos músculos e, discorre ainda que, as recomendações para a prática de exercícios físicos deveria incluir atividades aeróbias bem como atividades com treinamento de força muscular. Dessa forma, é possível inferir que o aumento do $VO_{2máx}$ verificado neste estudo encontra amparo no fato de que o programa de atividade física, realizado ao longo de dois anos contava com exercícios aeróbios bem como com exercícios de força.

Portanto, segundo Ferreira et al (2005), a atividade física tem sido amplamente empregada como estratégia para melhorar a qualidade de vida do idoso, diminuindo os efeitos deletérios causados pelas alterações que vêm acompanhadas com o aumento da idade e o contato social, reduzindo os problemas psicológicos. Desse modo, a atividade física pode ser um elemento

útil, ajudando as pessoas mais velhas a um melhor ajustamento em relação ao seu papel na sociedade, quer do ponto de vista profissional e não raramente do ponto de vista familiar (Mota et al 2006). Nesse contexto, parece que os sujeitos que são capazes de reestruturar os seus planos de ação podem ser mais ativos do que aqueles que não mostram predisposição ou capacidade para fazê-lo (Nies e Kershaw, 2002).

V.2 A eficiência do programa e as correlações entre as variáveis.

A análise de eficiência aplicada em três momentos diferentes do Programa de Revitalização, ou seja, na terceira, na quinta e na sétima medidas, mostram a evolução das participantes. À medida em que as idosas vão praticando mais exercícios, maior é o benefício no que diz respeito às variáveis estudadas e ao nível de eficiência do programa. Tais aspectos vêm ao encontro do relato de Pires (2007) que descrevem que os resultados mais consistentes para o alcance de maior longevidade advêm da prática regular e sistemática de atividade física. Isso, por si só, revela uma importância particular na compreensão dos principais benefícios inerentes à prática regular de atividade física por mulheres, contextualizando-a numa dimensão de estratégias tanto profiláticas como curativas para os distúrbios ou as disfunções associadas ao envelhecimento. Nota-se que após seis meses de prática sistemática de atividade física (terceira medida) o DEA mostra que oito mulheres apresentaram eficiência inferior a 50%. Na quinta medida (12 meses de prática de exercícios), três participantes obtiveram eficiência inferior a 50%

e, na sétima medida (18 meses de exercícios), apenas uma (1) mulher alcançou eficiência menor que 50%.

Outra situação a ser destacada é o fato de que a quantidade de mulheres que atingiram o nível máximo de eficiência (100%) foi pequena e que ficou praticamente inalterada por todo tempo de aplicação do programa: sete (terceira medida), cinco (quinta medida), sete (sétima medida) e oito mulheres (medida geral). Por outro lado, à medida em que menos mulheres foram tendo níveis de eficiência inferior a 50%, e que a eficiência completa (100%) foi se mantendo constante, mais participantes conseguiram melhorar seus níveis de eficiência. Nota-se na terceira medida que 105 mulheres obtiveram valores de eficiência compreendidos entre 51 e 99,9% e, nas medidas seguintes 112 alcançaram estes valores citados, aspecto que indica um aumento da eficiência à medida que o tempo de prática de exercícios era maior. A partir destes dados pode ser inferido que as participantes foram se tornando mais eficientes ao longo do tempo de prática de atividade física. Tal constatação vem ao encontro do verificado por Guccione (2005), que relata que um treinamento habitual com exercícios retarda a velocidade de diminuição na função cardiovascular, atrasando, assim, o início de fragilidade.

No que tange ao que o DEA apresenta como sugestões de melhorias para que todas as mulheres obtivessem a produtividade máxima (100%), observa-se situações diferenciadas entre as variáveis estudadas. Em relação à força verifica-se que na terceira, quinta e sétima medidas, e também, na medida geral, haveria a necessidade de um incremento de 14,61; 25,52; 17,08 e 19,92%, respectivamente. Ou seja, há necessidade de uma quantidade superior na força muscular para que pessoas com idade mais avançada

possam desfrutar de circunstâncias favoráveis no seu dia-a-dia e, esta necessidade se mostrou maior mesmo após 18 meses de atividade física. Este fato vem ao encontro das observações de Rebelatto e Morelli (2007), quando relatam que há uma perda de força em idosos com o passar dos anos, mesmo naqueles que são praticantes de atividade física.

Em relação às melhorias propostas pelo DEA para a variável flexibilidade elas foram de 32,05% (terceira medida), 27,06% (quinta medida) , 23,84% (sétima medida) e 22,24% (medida geral). Observa-se então, que a prática constante de exercícios que englobam alongamento muscular traz benefícios em relação à flexibilidade corporal, pois a necessidade de melhoria decresce com o passar do tempo. Kell, Bell e Quinney (2001) mostram que a manutenção da prática sistemática de atividade física tem tido impacto considerável sobre a sustentação e a melhora da flexibilidade em idosas praticantes de atividade física.

No que tange ao equilíbrio dinâmico, observa-se que as sugestões de melhorias oriundas da aplicação do DEA são parecidas ao longo de todo o período de aplicação do programa, bem como na avaliação geral. As sugestões foram: 15,28% (terceira medida), 18,52% (quinta medida), 16,64% (sétima medida) e 16,24% (medida geral). Esses dados mostram uma possível necessidade de outras avaliações nesta variável, pois, o equilíbrio sofre interferências de vários componentes como por exemplo a força, a flexibilidade, a visão, a propriocepção, a velocidade de condução nervosa entre outros. E, segundo Rebelatto e Morelli (2007) todos esses componentes passam por alterações durante o processo de envelhecimento.

Dessa forma, há a necessidade de incrementar exercícios de força no programa e, por outro lado, os exercícios de flexibilidade estão sendo favoráveis às participantes, portanto, essas diferenças de necessidades entre as variáveis citadas possam explicar os valores estáveis propostos pelo DEA para o equilíbrio dinâmico. Em relação à variável $VO_{2máx}$, verifica-se uma diminuição na necessidade de melhorias entre a terceira (38,06%) e a quinta medidas (28,9%), porém na medida geral a sugestão do DEA é de 41,6%. Provavelmente, esses dados encontrados mostram que pode ter havido um processo de adaptação do organismo das mulheres à intensidade do exercício aplicado. Ao longo de um período de 18 meses de prática de exercícios físicos é fisiológico este processo de adaptação, especialmente no que diz respeito a capacidade aeróbia, segundo Wilmore e Costil (2001). Dessa forma, a necessidade de melhorias no programa de exercícios verificado ao final das avaliações (41,6% - medida geral) talvez mostre que os exercícios aeróbios que estão sendo empregados não estão apresentando intensidades suficientes para que estas idosas alcancem a sua produtividade máxima.

De maneira geral, as sugestões apresentadas pela Análise por Envoltória de Dados (DEA) demonstram que o programa de atividade física proposto apresentou nível de eficiência satisfatório, visto que, a grande parte das mulheres estudadas atingiram grau de produtividade superior a 60% e, que talvez, seja necessária uma série de alterações neste programa, para que estas mulheres possam atingir níveis mais elevados de eficiência.

Após a análise de Correlação, em relação à interação entre as variáveis idade e eficiência, foi possível verificar que não existiu correlação entre as mesmas ($r = -0,3987$), mas, observa-se também, que aquelas mulheres que

atingiram maior nível de eficiência (100%) foram aquelas que tinham idades inferiores há 60 anos e, que a maioria das mulheres que alcançaram eficiência entre 70 e 90% estavam na faixa etária entre 55 e 65 anos. A partir destas constatações é possível aventar duas situações. A primeira indicaria que as mulheres com menor idade foram mais eficientes talvez pelo fato de serem em maior número - das 120 participantes, 61 tinham idade igual ou inferior a 60 anos. A segunda, por sua vez, apontaria para o fato de que as mulheres de faixas etárias mais baixas tendem a responder melhor aos estímulos dados a elas (SPIRDUZO, 2005).

Em relação à associação entre a eficiência e a frequência de participação no programa, foi possível constatar que não houve correlação ($r = -0,1779$) entre estas variáveis, pois não necessariamente apenas o fato de estar presente na sessão de exercícios garante a resposta adequada àquele estímulo. Além disso, várias situações podem interferir na qualidade da execução da atividade física (pressão arterial, estado emocional, motivação, alimentação, etc.) e, por isso, simplesmente o fato de estar presente em todas ou na maioria das sessões de exercícios não garante que essas mulheres teriam uma melhor resposta quanto à eficiência do programa. Esse relato vem ao encontro ao que foi verificado nesse estudo, pois, uma mulher que apresentou frequência de participação inferior às demais (120 participações) e mesmo assim, alcançou o nível máximo de produtividade. Ao contrário, observam-se mulheres que participaram da maioria das sessões de exercícios (150 a 160 participações) e atingiram nível de 70 a 80%. Outro a ser destacado é o fato de que só participaram do estudo mulheres que tiveram frequência superior a 74% durante o programa de atividades físicas. Dessa forma, o que é

possível afirmar é que, a partir de uma frequência mínima de 74% nas atividades do programa, as diferenças encontradas não apresentaram correlações com o nível de eficiência.

Quanto à correlação entre as variáveis idade e frequência, também se observou que não há interação entre as mesmas ($r = -0,0885$), mas foi possível verificar que as participantes que mais freqüentaram o programa foram às idosas com idades compreendidas entre 55 e 65 anos e, que as menos freqüentes foram as idosas com idades superiores há 70 anos. Possivelmente, isso se deve ao fato do programa ter um número maior de mulheres com idade inferior a 60 anos. Porém, pode ser que a maior frequência destas mulheres no programa de atividade física resulte em maior eficiência das mesmas.

V.3 A Análise por Envoltória de Dados como instrumento: vantagens, desvantagens e limitações.

A Análise por Envoltória de Dados (DEA), estabelece segundo Lins e Meza (2000) uma “região comum” com base nos dados (variáveis) das DMUs, criando um índice de eficiência que reflete a importância de cada variável para cada DMU. Assim, na região comum, buscam-se as unidades com comportamento mais otimizado nestas variáveis. O valor máximo desse índice (em cada DMU) é então assumido como um “máximo empírico” de eficiência, à partir do qual uma classificação relativa das unidades torna-se possível. Decorrentemente, a técnica também oferece valores “ótimos” que as variáveis devem assumir para que as DMUs possam mudar de “ineficientes” para “eficientes”.

De acordo com Dexter e O'Neill (2004), recentemente o DEA tem sido utilizado na área da saúde para estabelecer padrões e referências para hospitais, clínicas ou serviços de saúde, particularmente em países em desenvolvimento. No Brasil um dos raros estudos com essa metodologia foi realizado em 2001, comparando hospitais universitários e gerais do município do Rio de Janeiro. Ainda referente a literatura nacional, vale citar o trabalho de Marinho e Façanha (2001), que utilizou o modelo clássico descritivo para o SIHUF/MEC, mas não garantiu a homogeneidade das DMUs (todos os hospitais entraram no modelo, sem distinção de especialidade). Outros trabalhos relacionados a avaliações de hospitais, foram desenvolvidos por Gonçalves et al (2007) que verificaram a eficiência de hospitais públicos nas capitais brasileiras. Vale destacar o trabalho de Ozcan (1995), que estimou o desperdício econômico relacionado à ineficiência da rede hospitalar americana (3% do PIB).

A análise por Envoltória de Dados (DEA) é uma ferramenta promissora para apoio ao monitoramento das políticas públicas já que permite abordar simultaneamente diferentes dimensões das unidades de saúde. Além disso, para cada dimensão, a análise de resultados (outputs) considera a diferença de recursos estruturais e também a demanda epidemiológica, já que indicadores de saúde podem ser inseridos como variáveis de input (Gasparini e Ramos (2004)). Uma vez contruída a fronteira das melhores práticas para diferentes conjuntos de recursos, calculam-se as modificações necessárias para que os vetores de input/output garantam a eficiência das unidades observadas.

Trabalhos utilizando o DEA como ferramenta na área de Fisioterapia são escassos. Em buscas bibliográficas feitas em base de dados como Medline, Lilacs e Scielo, foi encontrado apenas um artigo científico relacionado à área.

Esta escassez de trabalhos relacionados à Fisioterapia talvez tenha sido uma das limitações do estudo. Este artigo foi publicado por Friesner et al (2005) que avaliou por meio do DEA a eficiência de um tratamento fisioterapêutico realizado na articulação do joelho, após um trabalho de reabilitação com e sem tratamento pós cirúrgico.

No DEA, os grupos de variáveis chamados “entradas” e “saídas” são utilizados na geração daquilo que é o grande diferencial do método, ou seja, os escores classificatórios resultantes da minimização das entradas ou da maximização das saídas. Neste trabalho, utilizou-se uma forma considerada natural, a de maximizar as saídas “ força, flexibilidade, equilíbrio e VO_{2MAX} ” utilizando o modelo CCR, pois existia uma diferença metodológica ou interpretativa quando era utilizada a minimização das entradas e modelo BCC. Ou seja, quando alterava-se as entradas e saídas as sugestões de melhorias feitas pelo DEA mostrava a necessidade de diminuição nas entradas (quantidade de exercícios) para que as saídas alcançassem máxima produtividade ou eficiência, e neste caso as sugestões foram consideradas errôneas, pois é vasta a literatura que apresenta o benefício da prática de atividade física.

Uma das vantagens da aplicação do DEA é de identificar fatores que permitam que o programa de exercícios físicos fosse melhor aproveitado pelas participantes. Ou seja, por meio da aplicação deste instrumento, é possível saber com exatidão a intensidade necessária para incrementar os exercícios, e assim, possibilitar resultados melhores no que concerne as variáveis estudadas. Portanto, as atividades físicas podem ser reprogramadas de acordo com o que foi apresentado pela Análise por Envoltório de Dados (DEA).

No que tange a avaliação individual das participantes, o DEA também permite que uma participante possa saber com precisão em qual situação deve ser mais enfática na sua prática física. Similarmente, a análise individual fornece informações relevantes e diretas para que o indivíduo possa alcançar o máximo de eficiência em determinado programa de exercícios, ou ainda, que o programa (elaborado por profissionais capacitados) também possa ser alterado especificamente para que o participante atinja níveis elevados de eficiência. Como exemplo, pode ser citado o fato de que a partir dos resultados do DEA é possível constituir grupos específicos de participantes, ou seja, mulheres que necessitam de treinamento mais voltado para aquisição de força muscular podem ser agrupadas, mulheres que necessitam de maior enfoque em flexibilidade formam um outro grupo entre outros.

Apesar dos benefícios encontrados com o DEA, o trabalho também teve suas limitações. Na área da saúde, verificou-se que um controle rígido das variáveis é necessário. O presente trabalho poderia ter contado com um número maior de idosas participantes e só não pode fazê-lo porque a frequência de participação das voluntárias não foi rigidamente controlada. Outra situação que poderia ser alterada no intuito de melhorar o programa existente, seria a elaboração de um cronograma em que o intervalo de tempo entre as avaliações fosse equivalente, pois assim, a análise de eficiência feita pelo DEA poderia ser mais uniforme. Ou melhor, um tempo maior de prática de atividade física poderia determinar melhor o nível de eficiência das participantes. No entanto, a aplicação da ferramenta DEA permitiu identificar alguns aspectos que poderia melhorar o desempenho físico das participantes, mas trabalhos futuros na área da saúde são necessários para complementar os

escassos estudos que utilizam essa ferramenta na área da saúde. Portanto, algumas indagações podem ser aventadas. Qual o nível de eficiência que o DEA fornece que pode ser considerado satisfatório na área da saúde? Os idosos que atinge a eficiência máxima (100%) atingem também seu máximo de qualidade de vida? Quais as diferenças entre as participantes que atingiram nível máximo de eficiência daquelas que não atingiram este patamar? Estas, apresentavam maior força muscular? Maior flexibilidade? Maior capacidade aeróbia? A prática por longo período de atividade física é mais eficiente que a prática por um tempo mais curto? A mulher que alcançou o máximo de produtividade (100%) apresenta melhor qualidade de vida que aquela que não alcançou tal nível? Dessa forma, foi possível notar que aplicação desta ferramenta (DEA) na área da saúde ainda é incipiente e permite um leque importante de situações a serem estudadas e, portanto, a partir destes estudos, poder direcionar investimentos que terão retornos financeiros praticamente certos.

De forma geral, a ferramenta se mostrou útil na área da Fisioterapia, principalmente neste caso específico, porém outros trabalhos e identificações podem ser feitos a partir desses achados.

Conclusão

VI. Conclusão

A análise dos resultados permite sugerir que um programa prolongado de atividade física para mulheres senescentes pode promover melhora significativa das variáveis flexibilidade, equilíbrio e condicionamento aeróbio (VO₂máx.) bem como manutenção do desempenho destas mulheres no que tange as variáveis IMC e força muscular. Além disso, é possível inferir que a maioria das participantes atingiu nível de produtividade elevada durante o programa de atividade física, ou seja, por meio da prática de atividade física por tempo prolongado foi possível verificar que a maioria das mulheres foi eficiente quanto às análises inicial e final do programa. Também é importante ressaltar que o DEA permitiu verificar que alterações devem ser realizadas neste programa para que as participantes atinjam níveis ainda maiores de eficiência.

Referências bibliográficas

VII. Referências Bibliográficas

1. ALMEIDA, M.R.; MARIANO, E.B.; REBELATTO, D.A.N. **Ferramenta para calcular a eficiência: Um procedimento para engenheiros de produção.** *Cobenge* 2006.
2. ALONSO, D.O; FORYAZ, C.L.M.; NEGRÃO, C.E. **Comportamento da frequência cardíaca e de variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo.** *Arq. Bras. Cardiol.* V.71, n. 6, p. 787-792, 1998.
3. ARAÚJO, C.G.S. **Manual do teste de esforço.** 2º Edição. Rio de Janeiro. Livro técnico S/A. 1999.
4. ASTRAND, P.º; RODAHL, K. **Textbook of work physiology.** New York: *Mc Graw- Hill*, 1986.
5. AUDETTE et al. **Tai chi versus brisk walking in elderly women.** *Age and Ageing.* V.35, p.388-393, 2006.
6. AVEIRO et al. **Influence of a physical training program n muscle strength, balance and gait velocity among women with osteoporosis.** *Revista Brasileira de Fisioterapia.* V.10, n.4, p. 441-448, 2006.
7. BALTACI et al. **Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students.** *Journal Sports Med.* v.37: 59-61, 2003.
8. BANKER,R.D., CONRAD, R.F., STRAUSS R.P. **A comparative application of data envelopment analysis and translog methods – an illustrative study of hospital production.** *Manag Sci.* v.32, n. 3, p.30-44, 1986.

9. BARBOSA AR. et al. **Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas.** *Rev Brás. Atividade Física. Saúde.* v. 5, n. 3, p.12-20, 2000.
10. BENETOS, A; SAFAR, M.; RUDINICHI, A. **Pulse pressure a predictor of long - term cardiovascular mortality.** *Hipertension.* v.30, n.4,p.1410-1415, 1997.
11. BORKAN et al. **Age changes in body composition revealed by computed tomography.** *Journal of Gerontology.* v38, p.673-677, 1983.
12. BROCKLEHURST, J.C.; ROBERTSON, D.; JAMES-GROOM, P. **Clinical correlates of suray in old age: Sensory modalites.** *Age and Ageing.* v11, p.1-10, 1982.
13. BROWN, M.; HOLLOSZY, J.O **Effects of a low-intensity exercise program on selected physical performance characteristic of 60 to 71 year olds.** *Aging.* p.129-139, 1991.
14. BROWN, M.; MISHICA, G. **Effect of habitual activity of age-related decline in muscular performance: A study of master athletes.** *The Gerontologist.* v.29, p.257- 262, 1989.
15. BRUIN, E.D., MURER, K. **Effect of additional functional exercises on balance in elderly people.** *Clinical Rehabilittation.* V.21, p.112-121, 2007.
16. BURR, M.L., PHILLIPS, K.M. **Anthropometric norms in the elderly.** *Br. J. Nur.* V.51, n.2, p.165-169, 1984.
17. CAO et al. **The of a 12- week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community- dwelling elderly women.** *Journal of Physiological Anthropology.* v.26, n.3, p. 325-332, 2007.

18. CARVALHO FILHO, E.T.; PAPALÉO NETTO, M. **Geriatría: Fundamentos, clínica e terapia**. São Paulo: Atheneu, 2000.
19. CASA NOVA, S.P.C. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
20. CERVI, A. FRANCESCHINI, S.C.C, PRIORE, S.E. **Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos**. *Rev. Nutr., Campinas*. V.18, n.6, p.765-775, 2005.
21. CHAPMAN, E.A; DEVRIES, H.A; SNIEZEY, R. **Joint stiffnen: Effects of exercise on young and old men**. *Journal of Gerontology*. v.27, p.218-221, 1972.
22. CHARETTE, et al. **Muscle hypertrophy response to resistance training in older women**. *J. Appl. Physiol*. v.70, n.5, p.1912 – 1916, 1991.
23. CHARNES, A.; COOPER, W.W.;RHODES,E. **Measuring the efficiency of decision-making units**. *European journal of operational Research*. v.2, p.429-444.1978.
24. CHRISTOPHE DELECLUSE et al. **Exercise programs for older men: mode and intensity to induce the highest possible health – related benefits**. *Preventive Medicine*. v.39, p.823-833, 2004.
25. CRIADO, T. et al. **Influencia sobre la capacidad vital y la freqüência cardíaca de técnicas de fisioterapia revitalizadora em uma poblacion de personas mayores**. *Fisioterapia, Salamanca*, n.21,p.36-43,1999.
26. DALEY, M.J., SPINKS, W.L. **Exercise, mobility and aging**. *Sports Med*. v.29, p.1-12, 2000.

27. DARR, K.C.; BASSETT, D.R.; MORGAN, B.J. **Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise.** *American Journal of Physiology.* v.254, p.340-343, 1988.
28. DE CASTRO, S.M., PERRACINI, M.R., GANANÇA, F.F. **Versão brasileira do dynamic gait index.** *Revista brasileira de Otorrinolaringologia.* V.72, n.6, p.817-825, 2006.
29. DEL PINO, F. et al. **Lumbar bone mineral density increase in woman alter six months geriatric revitalization.** *Calcified Tissue.* v.54,n.5,p.451-460,1994.
30. DEXTER, F., O'NEILL, L. **Data envelopment analysis to determine by how much hospitals can increase elective inpatient surgical workload for each specialty.** *Anesth Analg.* V.99, n.5, p. 1492-500, 2004.
31. DOMANSKY, M.J.; DANS, B.R.; PFEFFER, M.A **Isolated systolic hipertension: Prognostic information provide by pulse pressure.** *Hipertension.* v.34, p.375-380, 1999.
32. DURNIN, J.V.G.A; WOMERSLEY, J. **Body fat assessed from total body density and its estimation fom skinfold thickness: measurements of 481 men and women aged from 16 to 72 years.** *British Journal of Nutrition.* v.32, p.77-97, 1974.
33. FERREIRA et al. **Efeitos de um programa de orientação de atividade física e nutricional sobre o nível de atividade física de mulheres fisicamente ativas de 50 a 72 anos de idade.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v.11, n.3, p.172- 76. 2005.

34. FIATARONE et al. **Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people.** *New engl. J. Med.* v.330, n.25, p.1769 – 1775, 1994.
35. FISCHER et al. **Muscle rehabilitation: its effect n muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis.** *Arch. Phys. Med. Rehabil.* v.72, p.367-374, 1991.
36. FORREST, K.Y.Z; ZMUDA, J.M.; CAULEY, J.A. **Patterms and correlates of muscles strength loss in older women.** *Gerontology.* V. 53,n. 3, p. 140-147, 2007.
37. FREEMONT, A.J., HOYLAND, J.A. **Morfhology, mechanisms and pathology of musculoskeletal ageing.** *Journal of Pathology.* V. 211, p.252- 259, 2007.
38. FRIESNER D., NEUFELDER D., RAISOR ., KHAYUM M. **Benchmarking patient improvement in physical therapy with data envelopment analysis.** *International journal of health Care Quality Assurance.* v.18,n.6, p.441-457,2005.
39. FRIESNER et al. **Benchmarking patient improvement in physical therapy with data envelopment analysis.** *International Journal of Health Care Quality Assurance.* V.18, n.6, p. 441-457, 2005.
40. FULOP et al. **Body composition in elderly people.** *Gerontology.* v.31, p.150-157, 1985.
41. GASPARINI, C.E., RAMOS, F.S. **Relative dificit of health services in brazilian states and regions.** *Brazilian Review of Econoetrics.* V.24, n.1, p.75-107, 2004.

42. GAZZOLA et al. **Fatores associados ao equilíbrio funcional em idosos com disfunção vestibular crônica.** *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia.* V.72,n.5, p. 683- 690, 2006.
43. GERALDES et al. **Correlação entre a flexibilidade multiarticular e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas em tarefas motoras selecionadas.** *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.* V.9, n.3, p.238- 243, 2007.
44. GILLET, P. **Aerobic and muscle fitness in high risk and overweight senior women.** *The Gerontologist.* v.29, p.258-63, 1989.
45. GISSANE, C., CORRIGAN, D.L., WHITE, J.A. **Gross efficiency responses to exercise conditioning in adult males of various ages.** *Journal Sports Science.* v.47, p.383-91, 1991.
46. GONÇALVES et al. **Análise envoltória de dados na avaliação de hospitais públicos nas capitais brasileiras.** *Revista Saúde Pública.* V.43, n.3, p.427-35, 2007.
47. GONÇALVES, AK. **Novo ritmo da terceira idade.** *In: Pesquisa Fapesp.* p.67:68, 2001.
48. GUADAGNINE, P., OLIVOTO, R. **Comparativo de flexibilidade em idosos praticantes e não praticantes de atividades físicas.** *Revista Digital – Buenos Aires.* V.69, 2004.
49. GUCCIONE, A.A. **Fisioterapia Geriátrica.** Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2 edição. 2005.
50. HAGBERG et al. **Cardiovascular responses of 70 to 79 year old men and women to exercise training.** *Journal of Applied Physiology.* v.66, p.2589-2594, 1989.

51. HAGERMAN, et al. **Effects of high intensity resistance training on untrained older men I. strength, cardiovascular and metabolic responses.** *Journal Gerontology.* v.55, p.336-346, 2000.
52. HANDLEY et al. **Symposium of physical frailty : a treatable cause of dependence in old age.** *Journal Gerontology.* v.48, p.1-88, 1993.
53. HAWKINS, S.A., WISWELL, R.A. **Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging.** *Sports Med.* v.33, n.12, p. 877-888, 2003.
54. HELBOSTAD et al. **Physical fatigue affects gait characteristics in older persons.** *Journal Gerontology A Biol Sci Med Sci.* v.62, n.9, p. 1010- 5, 2007.
55. HOLLOSZY et al. **Effects of gender, age, and fitness level on response of VO_{2max} to training in 60 -71 yr olds.** *J Appl Physiol.* v. 71. p. 2004-11. 1991.
56. HOPKINS et al. **Effect of low-impact aerobic dance on the functional fitness of elderly women.** *Gerontologist.* v.30, p.189-192, 1990.
57. HOWARD et al. **Oxidative protein damage is associated with poor grip strength among older women living the community.** *Journal Appl Physiol.* v. 103, P. 17-20, 2007.
58. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comunicação Social: Síntese de Indicadores Sociais [notícia on line] 2005; 22. Disponível em <www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/13042005_sintese_2003.html.shtm> [2006 agosto 17].

59. JANG, PO; SO, HS. **Model developmente of elderly health promotion center: The effect of a social support programm at a community.** *Health Center.* v.34, n.5, p.781- 90, 2004.
60. KALLMAN, D.A; PLATO, C.C.; TOBIN, J.D.; **He role of muscle loss in the age- related decline of grip strength: cross- sectional and longitudinal perspective.** *Journal of Gerontology: medical sciences.* v.45, p.82-88, 1990.
61. KASCH et al. **The effect of physical activity and inactivity on aerobic power in older men (a longitudinal study).** *In: Physical sportsmed.* V.18, p. 73. 1990.
62. KELL, R.T, BELL, G., QUINNEY, A. **Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life.** *Sports Med.* v. 31, n.12, p.863- 873, 2001.
63. KLEGES et al. **Physical activity, body composition, and blood pressure: A multimethod approach.** *Medicine and science in sports and Exercise.* v.23, p.759-765, 1991.
64. LAKATTA, E.G. **Cardiovascular regulatory mechanisms in advanced age.** *Physiol. Rev.* v.73, p.413-467, 1993.
65. LAKATTA, E.G. **Changes in cardiovascular function with aging.** *Eur Heart J.* v.11, p.22-19, 1990.
66. LEXEEL, J. **Heavy- resistance training in older scandinavian men and women: short and long-term effects on arm leg muscles.** *Scandinavian Journal of medicine and Science in Sports.* v.5, p.329-341, 1995.
67. LEXELL, J. TAYLOR C.; SJOSTROM, M. **What is the cause of ageing atrophy? Total number, size, and proporction of different fiber types studies in whole vastus laterelis muscles from 15 to 83 years – old men.** *Journal of neurological sciences.* v.84, p.275-294, 1988.

68. LINDAU, L.A., COSTA, M.B.B., SOUZA, F.B.B. **Em busca do benchmark da produtividade de operadores urbanos de ônibus.** *In: Transportes: experiências em rede.* p.199-221,2001.
69. LINS, M.P.E., MEZA, L.A. **Análise envoltórias de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão.** COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.
70. LIPSCHITZ, D.A. **Screening for nutritional status in the elderly.** *Primary Care.* V.21, n.1, p. 55-67, 1994.
71. LUND-JOHANSEN, P. **The hemodynamics of the aging cardiovascular system.** *Journal of Cardiovascular Pharmacology.* v.12, n.8, p.20-32, 1988.
72. LUSTRI, W.R.; MORELLI, J.G.S. **Aspectos biológicos do envelhecimento,** apud. *Fisioterapia geriátrica: prática da assistência ao idoso.* Editora Manole, São Paulo, 2007.
73. MADUREIRA et al. **Balance training program is highly effective in improving functional status an reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial.** *Osteoporos In.* v.18, p. 419-425, 2007.
74. MALISOUX, L.; FRANCAUX, N.; THEISEN, D. **What do single- fiber studies tell us abut exercise training?** *Medicine & Science in Sports & exercise.* V. 39, N. 7, p.1051-60. 2007.
75. MARINHO, A. FAÇANHA, L.O. **Hospitais Universitários: avaliação comparativa da eficiência técnica.** *Texto para discussão/IPEA:* 805. 2001.
76. MAZZEO, et al. **Exercício e atividade física para pessoas idosas.** *Revista Brasileira de atividade física, Saúde.* v:3, n.1, p.48-78, 1998.

77. MCDERMOTT, A.Y., MERNITZ, H. **Exercise and older patients: prescribing guidelines.** *Am Fam Physician.* V.74, p.437-44, 2006.
78. MELOV et al. **Resistance Exercise Reverses aging in human skeletal muscle.** *Plos One.* V. 2. n. 5: 465. 2007.
79. MENDEZ, R. et al. **Efectos de la fisioterapia de revitalization sobre el indice de masa corporal en mujeres mayores.** *in: congreso nacional de fisioterapia. Madrid.* p.13 -20, 2000.
80. MEREDITH et al. **Peripheral effects of endurance training in young and old subjects.** *Journal Appl. Physiol.* v.66, p.2844 – 9, 1989.
81. MOTA et al. **Atividade física e qualidade de vida associada à saúde em idosos participantes e não participantes em programas regulares de atividade física.** *Revista Brasileira Educação física esporte.* V.20, n.3, p.219-25, 2006.
82. MURRAY, M.P.; SEIREG, AA; SEPIC, S.B. **Normal postural stability and steadiness: Quantitative assessment .** *Journal of bone and Joint surgiry.* v.57, p.510-516, 1975.
83. NAGY et al. **Postural control in elderly subjects participating in balance training.** *Eur. Journal Appl. Physiol.* v.100, p. 97- 104, 2007.
84. NAKAS, M.V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida. Conceitos e sugestões para um estilo de vida ativa.** Editora Midiograf. Londrina, 2000.
85. NASHNER, L.M. **Adapting reflexes controlling the human posture.** *Experimental brain research.* v.26, p.59-72, 1976.
86. NEVITT, M.C.; CUMMINGS, S.R.; HUDES, E.S. **Risk factors for injurious falls: A prospective study.** *Journal of Gerontology: Medical Sciences.* v.46, p.164-170, 1991.

87. NIES, M.A., KERSHAW, T.C. **Psychosocial and environmental influences on physical activity and health outcomes in sedentary women.** *Journal of Nursing Scholarship*. V.34, n.3, p.243-9, 2002.
88. OCHALA et al. **Single skeletal muscle fiber behavior after a quick stretch in young and older men: a possible explanation of the relative preservation of eccentric force in old age.** *Eur. J. Physiol.* v. 452, p.464-470, 2006.
89. OKUMA, S.S. **O idoso e a atividade física: fundamentos e pesquisa.** Campinas, Papirus, 2002.
90. OVERSTALL, P.W. **Falls in the elderly related to postural imbalance.** *British Medical Journal*. v.1, p.261-264, 1997.
91. OWEN, A; CROUCHER, L. **Effect of an exercise program for elderly patients with heart failure.** *Eur Heart Journal*. p.65-69, 2000.
92. OZCAN, Y. **Efficiency of hospital service production in local markets: the balance sheet of U.S. medical armament.** *Socio-economic planning sciences*. v.29, n.2, p.139-150, 1995.
93. PATERSON et al. **Aerobic fitness in a population of independently living men aged 55-86 years.** *Med. Sci. Sports. Exerc.* v.31, n.12, p.1813-20, 1999.
94. PERRACINI, M.M. **Prevenção e manejo de quedas.** In: Ramos, L.R.; TONIOLO NETO, J. **Geriatría e Gerontologia.** São Paulo. Manole 2005.
95. PIEOPOLI, MF; FLATHER, M; COATS, AJS. **Overview of studies of exercise training in chronic heart failure: The need for a prospective randomized multicenter European trial.** *Eur Heart J.* v.19, p.830-841, 1998.

96. PIRES, C.M.R. **Fisiologia do exercício aplicada ao idoso. Apud: Fisioterapia Geriátrica: A prática da assistência ao idoso. Editora Manole, 2 edição, 2007.**
97. POLLOCK et al. **Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *Journal of Applied Physiology*. v.62, p.725-731, 1987.**
98. POLLOCK et al. **Effects of age ant training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *J. Appl. Physiol*. v.62, p.725-731, 1987.**
99. RAAB et al. **Light resistance and stretching exercise in elderly women: Effect upon flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. v.62, p.268-278, 1988.**
100. RANTANEN, T., ERA, P., HEIKKNEN, E. **Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *American Geriatrics Society*. V.45, p.1439-1445, 1997.**
101. RASO, V. **A adiposidade corporal e a idade prejudicam a capacidade funcional para realizar as atividades da vida diária de mulheres acima de 47 anos. *Rev. Bras. Med. Esporte*. V.8,n.6, p.225-234, 2002.**
102. REAVEN, P.D.; BARRETT-CONNOR, E.; EDELSTEIN, S. **Relation between leisure- time physical activity and blood pressure in older women. *Circulation*. v.83, p.559-565, 1991.**
103. REBELATTO JR; CALVO JI; OREJUELA JR; PORTILLO JC. **Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força**

- muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas.** *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, n.1, p.127-132, 2006.
104. REBELATTO, J.R., MORELLI, J.G.S. **Fisioterapia Geriátrica: A prática da assistência ao idoso.** Editora Manole, 2 edição, 2007.
105. REBELATTO, J.R., MORELLI, J.G.S., BORGES, C.F. **Quedas: Fatores determinantes, conseqüências e intervenções profissionais.** Apud: **Fisioterapia Geriátrica: A prática da assistência ao idoso.** Editora Manole, 2 edição, 2007.
106. RIKLI, R.; BUSCH, S. **Motor performance of women as a function of age and physical activity level.** *Journal of Gerontology*. v.41, p.645-649, 1986.
107. ROBERTS, B.L.; FITZPATRICK, J.J. **Improving balance: Therapy of movement.** *Journal of Gerontological Nursing*. v.9, p.151-156, 1983.
108. ROCHE, AF. **Seviral changes in subcutaneous fat thickness of children and adults.** *Monogram of Pediatrics*. v.17, p.29-99, 1982.
109. ROGATTO, G.P. **Força isometric maxima de indivíduos fisicamente ativos: influência do envelhecimento e do sexo.** *Revista Digital – Buenos Aires*. V.67, 2003.
110. ROWE, J.W.; KAHN, R.L. **Human aging: usual and successful.** *Science*. v.237, p.143-149, 1987.
111. SAGER, K. **Exercises to activate seniors.** *Physician and Sports medicine*. v.5, p.144-151, 1984.
112. SAGIV et al. **Effect of running versus isometric training programs on healthy elderly at rest.** *Gerontology*. v.35, p.72-77, 1989.
113. SANDER, E.G. **High blood pressure in the geriatric population treatment considerations.** *Am J. Geriatric. Cardiol*. v.11, p.223-232, 2002.

114. SCHOUERI, J.R.; RAMOS, L.R.; NETTO, M.P. **Crescimento populacional: Aspectos demográficos e sociais**, apud: **Geriatría: Fundamentos, clínica e terapia**. São Paulo: Atheneu, 2000.
115. SCHWARTZ et al. **Body fat distribution in healthy young and older men**. *Journal of gerontology: medical sciences*. v.45, p.181-185, 1990.
116. SHARP, E. **Como ter uma coluna saudável, Exercícios simples para manter a flexibilidade da sua coluna**. Editora Cultrix Ltda. São Paulo, 2000.
117. SHERPHARD, R.J. **Physical activity and aging**. Rockville, MD: *Aspen Publishers*. 1987.
118. SHIGEMATSU, R.; OKURA, T. **A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly**. *Aging Clin. Exp. Rev.* v.18, n.3, p.242-8, 2006.
119. SKELTON et al. **Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older**. *American Geriatrics Society*. V.43, p.1081- 1087, 1995.
120. SKERLY, B.; BROZEK, J.; HUNT, E.E. **Subcutaneous fat and age changes in body build and body form in women**. *American journal of Physical anthropology*. v.11, p.557-600, 1953.
121. SPIRDUSO, W.W. **Dimensões Físicas do Envelhecimento**. Editora Manole, 1º Edição; 2005.
122. STEINHAUS et al. **Cardiorespiratory fitness of young and older active and sedentary men**. *British Journal of Sports Medicine*. v.22, p.163-166, 1988.

123. STUDENSKI et al. **How do physiological components of balance affect mobility in elderly men?** *Arch phys med Rehabil.* v. 74, n.12, p.1343-1349. 1993.
124. TRAPPE et al. **Aging among elite distance runners: A 22- yr longitudinal study.** *Journal of Applied Physiology.* v.80, p.285-290, 1996.
125. VANDERVOORT et al. **Age and Sex effects on mobility of the human ankle.** *Journal of Gerontology: Medical sciences.* v.47, p.17-21, 1992.
126. VASAN, R.S.; BEISER, A; SESHADSI, S. **Residual lifetime risk for developing hipertension in middle – aged Women and man.** *The Framingham Heart Study.* v.287, p.1003-1010, 2002.
127. VILJANEN, T.; VIITASALO, J.T.; KUJALA, U.M. **Strength characteristics of a healthy urban adult population.** *European Journal of Applied Physiology.* v.63, p.43-47, 1991.
128. WEERDESTeyN et al. **A five- week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly.** *Gerontology.* v.52, n.3, p.131-41, 2006.
129. WILLIAMS et al. **This translator of grays anatomy, thirty- seven they is published by aangement with churchil liningstone london.** *Editora Guanabara Kogan S.A.* v:1, 1995.
130. WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício.** Editora Manole; 2º Edição, 2001.
131. WOLFSON et al. **Stressing the postural response: A quantitative method for teaching balance.** *Journal of the American Geriatrics society.* v.34: 845-850, 1986.

- 132.WOO et al. **The influence of age, gender, and training on exercise efficiency.** *Journal of the American College of Cardiology.* V.47, n.5, p.1049-57, 2006.
- 133.ZAKAS et al. **Acute effects of active warm-up and stretching on the flexibility of elderly women.** *Journal Sports Med Phys Fitness.* V.46, n.4, p.617-22, 2006.

Anexo 1

ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS</p> <p>Departamento de Fisioterapia</p> <p style="text-align: center;">PROJETO REVITALIZAÇÃO DE ADULTOS</p> <p style="text-align: center;">Rod. Washington Luis, Km. 235 Caixa Postal 676 CEP 13565-905 - São Carlos - SP TEL: 3351-8704</p>
---	--

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu,.....
..RG nº....., em pleno uso de minhas faculdades, livre e voluntariamente DECLARO:

Que após ler documento em anexo , solicitei participar do Programa de Revitalização Geriátrica, organizado pela Universidade Federal de São Carlos e pela Fundação Educacional São Carlos, cujo pesquisador responsável é o Prof. Dr. José Rubens Rebelatto, fisioterapeuta e Professor Adjunto do Departamento de Fisioterapia da UFSCar.

Que tive acesso a toda a informação sobre os objetivos, metodologia, benefícios, incômodos e riscos derivados de minha participação no referido Programa, e que fui devidamente informado sobre o processo de exercitação durante três vezes por semana pelo professor José Rubens Rebelatto e demais pesquisadores, de maneira completa e compreensível.

Que fui cientificado de que para poder participar ativamente no Programa e para alcançar os objetivos propostos no mesmo, é preciso que me sejam feitas uma série explorações preliminares e que seja avaliado meu estado geral de saúde e minha condição física mediante provas funcionais que permitam detectar se existe alguma circunstância que impeça, desaconselhe ou seja incompatível com minha participação em alguma atividade do Programa.

Que sou conhecedor de que posso negar-me a realizar uma ou todas as provas ou atividades propostas, quando quiser e sem ter que dar explicações, e que, da mesma forma, entendo que a realização das provas é essencial e imprescindível para minha inclusão no Programa.

Que me foi garantido que todas as provas são fáceis de realizar por qualquer pessoa de minha idade, que não produzem dor ou cansaço elevado e que serão realizadas em instalações adequadas, sob supervisão de fisioterapeutas e por profissionais devidamente qualificado.

Que me foi assegurado que os dados e informações derivados das provas e análises funcionais realizadas durante minha participação no

Programa serão tratados para fins científicos com a máxima confidencialidade, que não serão cedidos nem entregues a nenhuma pessoa o entidade alheia ao Programa, sob nenhuma circunstância, nem serão utilizados publicamente com nenhum fim.

Autorizo também a UFSCar, FESC e SMEL a usar as imagens e informações sobre o programa, através de fotos, vídeos ou qualquer outro meio, para quaisquer finalidades de ensino ou divulgação em jornais ou revistas científicas do país ou exterior, respeitando-se os respectivos códigos de ética.

Dessa maneira, ciente das informações sobre o Programa, afirmo que minha participação é voluntária e que sou livre para interrompê-la a qualquer momento.

Local: _____

Data: ____ / ____ / ____

Assinatura

OBS. Em caso de dúvida, entrar em contato com o Departamento de Fisioterapia da UFSCar, tel. 33518704, com prof. José Rubens Rebelatto, ou pelo email rubens@power.ufscar.br

Anexo 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS
Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676
Fones: (016) 3351-8109 / 3351-8110
Fax: (016) 3361-3176 - Telex 162369 - SCUF - BR
CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil
End. Eletrônico: propg@power.ufscar.br

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, Referente ao Protocolo N°. 104/04.

Deliberação

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar (CEP/UFSCar), registrado do CENEP/Conselho Nacional de Saúde, pelo ato de 18 de março de 1997, acolhendo o parecer do relator e do revisor, deliberou pela aprovação do projeto "**Revitalização Geriátrica: Influência de um Programa de Exercícios Físicos Regulares sobre Características da Composição Óssea, do Condicionamento Físico e da Qualidade de Vida de Idosos**", com protocolo n° 104/04, a ser desenvolvido por José Rubens Rebelatto sob a orientação do (a) Prof. Dr. José Rubens Rebelatto.

São Carlos, 1 de dezembro de 2004.

Profa. Dra. Márcia Nijuma Ogata
Coordenadora do CEP/UFSCar

Anexo 3

ANEXO III - Tabelas de Correlação entre as variáveis escolhidas como *inputs e outputs*

	Along.	Trein. Força	Capac. Coord e	Resist. Aerob.	Força	Flexibil	Equilib	Vo2
Along	1							
Trein. Força	1	1						
Capac. Coord e	1	1	1					
Resist. Aerob.	1	1	1	1				
Força	0,161385	0,161385	0,161385	0,161385	1			
Flexibil	-0,09369	-0,09369	-0,09369	-0,09369	-0,04644	1		
Equilib	0,165364	0,165364	0,165364	0,165364	0,413347	0,080687	1	
Vo2	0,039466	0,039466	0,039466	0,039466	0,318715	0,213462	0,38149	1

Tabela 1. Correlação entre as variáveis da Terceira avaliação.

	Along.	Trein. Força	Capac. Coord e	Resist. Aerob.	Força	Flexibil	Equilib	Vo2
Along	1							
Trein. Força	1	1						
Capac. Coord e	1	1	1					
Resist. Aerob.	1	1	1	1				
Força	0,116599	0,116599	0,116599	0,116599	1			
Flexibil	-0,0879	-0,0879	-0,0879	-0,0879	-0,08426	1		
Equilib	0,205226	0,205226	0,205226	0,205226	0,397478	0,183099	1	
Vo2	0,263731	0,263731	0,263731	0,263731	0,505219	0,210231	0,573927	1

Tabela 2. Correlação entre as variáveis da Quinta avaliação.

	Along.	Trein. Força	Capac. Coord	Resist. Aerob.	Força	Flexibil	Equilib	Vo2
Along	1							
Trein. Força	1	1						
Capac. Coord e	1	1	1					
Resist. Aerob.	1	1	1	1				
Força	-0,00905	-0,00905	-0,00905	-0,00905	1			
Flexibil	0,023931	0,023931	0,023931	0,023931	-0,04287	1		
Equilib	-0,02344	-0,02344	-0,02344	-0,02344	0,338953	0,154911	1	
Vo2	0,00246	0,00246	0,00246	0,00246	0,46116	0,235741	0,480525	1

Tabela 3. Correlação entre as variáveis da Sétima avaliação.

	Along.	Trein. Força	Capac. Coord	Resist. Aerob.	Força	Flexibil	Equilib	Vo2
Along	1							
Trein. Força	1	1						
Capac. Coord e	1	1	1					
Resist. Aerob.	1	1	1	1				
Força	0,088087	0,088087	0,088087	0,088087	1			
Flexibil	-0,02048	-0,02048	-0,02048	-0,02048	-0,04287	1		
Equilib	0,151791	0,151791	0,151791	0,151791	0,338953	0,154911	1	
Vo2	0,113533	0,113533	0,113533	0,113533	0,46116	0,235741	0,480525	1

Tabela 4. Correlação entre as variáveis durante o programa completo.

Anexo 4

ANEXO IV – Procedimento para utilização do *Frontier Analysty*.

O Procedimento que foi utilizado durante a análise feita pelo Frontier Analysty foi citado por Almeida, Mariano e Rebelatto 2006.

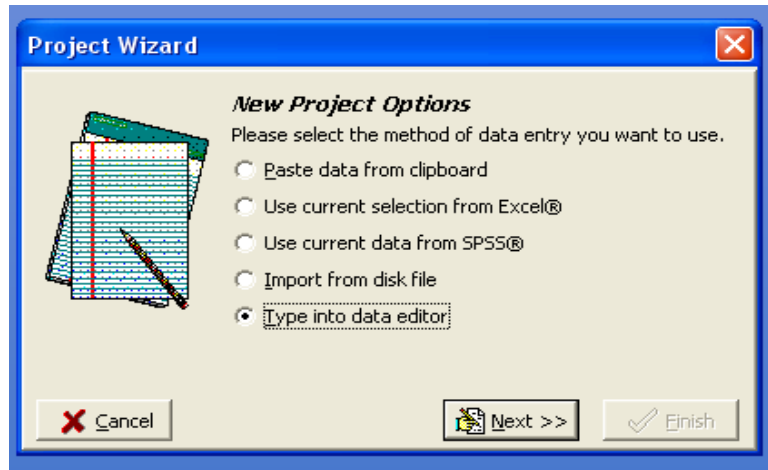


Figura 1. Opções de escolha para novos projetos

O *Frontier* é um software utilizado para calcular a eficiência. A Figura 1, mostra o primeiro passo quando se deseja começar a utilizar o DEA. Nesta Figura estão as opções que mostram de que forma os dados poderão migrar para o programa, pois o *software* disponibiliza cinco alternativas: (a) Pasta de dados de transferência; (b) Importar os dados por meio do Excel, nesta opção será necessário selecionar as variáveis de “input” e “output” de cada célula e transferi-las para o software; (c) Importar os dados por meio do SPSS, também apenas selecionando as variáveis de input e output de cada célula e transferi-las para o software; (d) Importar os dados oriundos de um arquivo por meio do disquete, sendo que o formato deverá ser compatível com o software utilizado; e (e) Editar os dados manualmente pelo editor, digitando as variáveis. Neste estudo foi escolhida a opção (b).

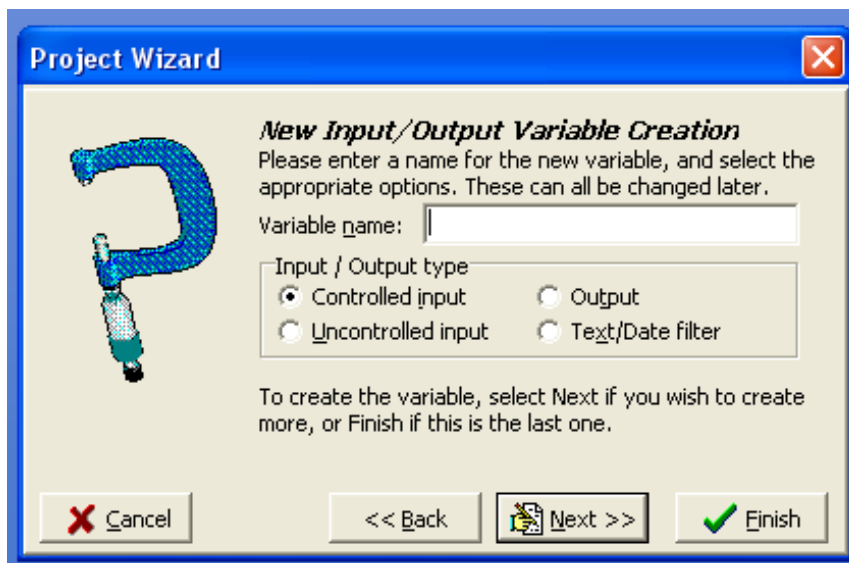


Figura 2.Intitular o nome das variáveis- Inputs e Outputs

A Figura 2 traz o segundo passo e, nesta tela são, digitados os nomes das variáveis utilizadas com input e output. Os inputs podem ser escolhidos como sendo controlados ou não controlados e, considerando que, neste caso as variáveis estudadas eram controladas, foi colocado como input o tempo de realização de cada tipo de exercício realizado durante o programa. Como outputs foram colocados, a força muscular, a flexibilidade, o equilíbrio dinâmico e o $VO_{2MÁX}$. Com isso, a próxima fase é definir quais unidades serão comparadas no sistema, ou seja, que serão as unidades tomadoras de decisões (DMUs) Assim, é necessário digitar o nome de cada unidade (neste caso, o código de cada idosa participante), conforme mostra a Figura 3.



Figura 3. Intitular o nome das unidades organizacionais (DMUs).

Data Viewer

Unit name: Bury Input/Output name: Floor space Input/Output type:

Unit Name	Active	Floor space	Staff	Cameras	Video	Warranties
Bury	<input checked="" type="checkbox"/>	1.200,00	3,00	75.000,00	125.000,00	14.700,00
London	<input checked="" type="checkbox"/>	2.400,00	12,00	612.000,00	502.000,00	56.000,00
Glasgow	<input checked="" type="checkbox"/>	1.800,00	7,00	245.000,00	318.000,00	43.000,00
Bath	<input checked="" type="checkbox"/>	1.300,00	4,00	190.000,00	193.000,00	35.000,00
Chippenham	<input checked="" type="checkbox"/>	900,00	3,00	50.000,00	98.000,00	14.500,00
Liverpool	<input checked="" type="checkbox"/>	2.000,00	7,00	120.000,00	263.000,00	139.400,00

Sort: Unsorted

Figura 4. Panorama dos dados do sistema em estudo

Após a fase preliminar, a próxima é inserir os dados referentes a cada célula na matriz gerada pelo sistema conforme mostra a Figura 4. O *Frontier* comporta um recurso que permite ativar e (ou) desativar as colunas (ou linhas) de cada célula da matriz em estudo. Desse modo, para calcular a eficiência é possível realizar qualquer modificação para definir quais unidades e variáveis irão participar do modelo matemático.

A partir das variáveis definidas, a próxima fase é definir qual modelo utilizar para calcular a eficiência do sistema, como mostra a Figura 5. Com base nos

modelos matemáticos, esse software tem a possibilidade de realizar os procedimentos matemáticos por duas maneiras: (a) o modelo variável (BCC) e (b) o modelo constante (CCR). A partir da seleção dos modelos matemáticos, os modelos podem apresentar duas orientações distintas, tais como: (a) minimizar os inputs e (b) maximizar os outputs. Na análise feita com as variáveis fisiológicas foi utilizado o modelo constante (CCR) orientado para maximizar os outputs. Ou seja, manter os insumos e com isso aumentar os “produção”

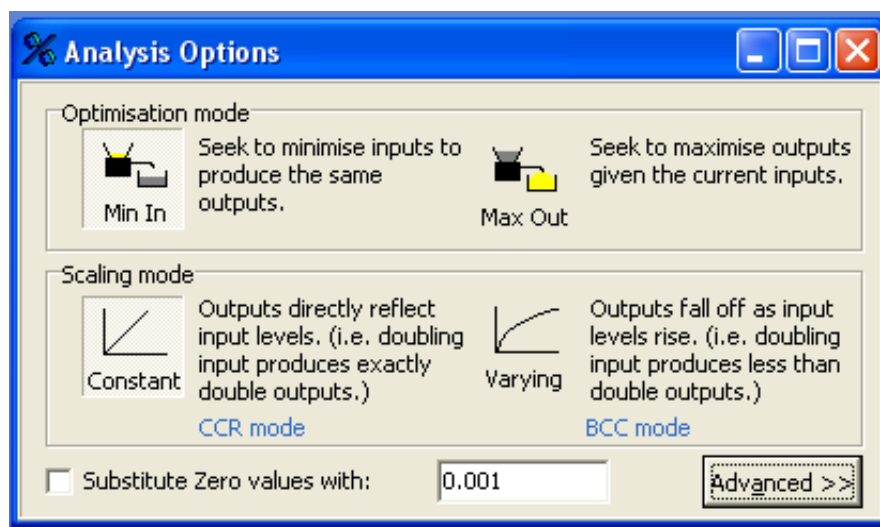


Figura 5. Opções de análises para definir o modelo matemático.

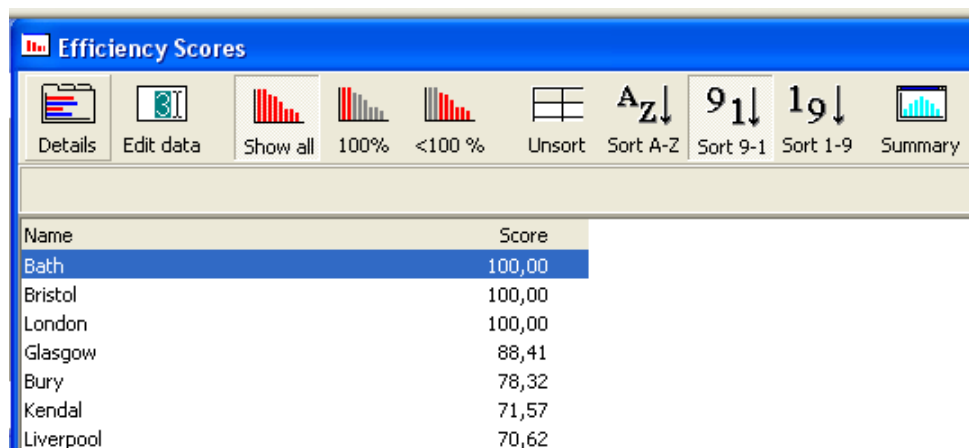


Figura 6. Taxa de eficiência calculada utilizando o modelo CCR.

A Figura 6, mostra a outra etapa que é a de identificar como o software disponibiliza os resultados para que se possa analisar a eficiência. Eles são apresentados por meio de uma lista com as taxas percentuais de eficiência para cada unidade organizacional (DMU). As taxas de eficiência podem ser disponibilizadas por três diferentes maneiras: (a) ilustrar todas as unidades organizacionais, ou seja, as que foram eficientes e as que não foram; (b) ilustrar apenas as unidades de 100% de eficiência; e (c) ilustrar apenas as unidades organizacionais abaixo de 100% de eficiência. Ainda para apresentar os resultados, as organizações podem ilustrar os resultados por três diferentes maneiras, tais como: (a) ilustrar as unidades organizacionais em ordem crescente alfabética; (b) ilustrar as unidades organizacionais em ordem crescente numericamente e (c) ilustrar as unidades organizacionais em ordem decrescente numericamente. Assim o software disponibiliza nove possibilidades para apresentar os resultados.

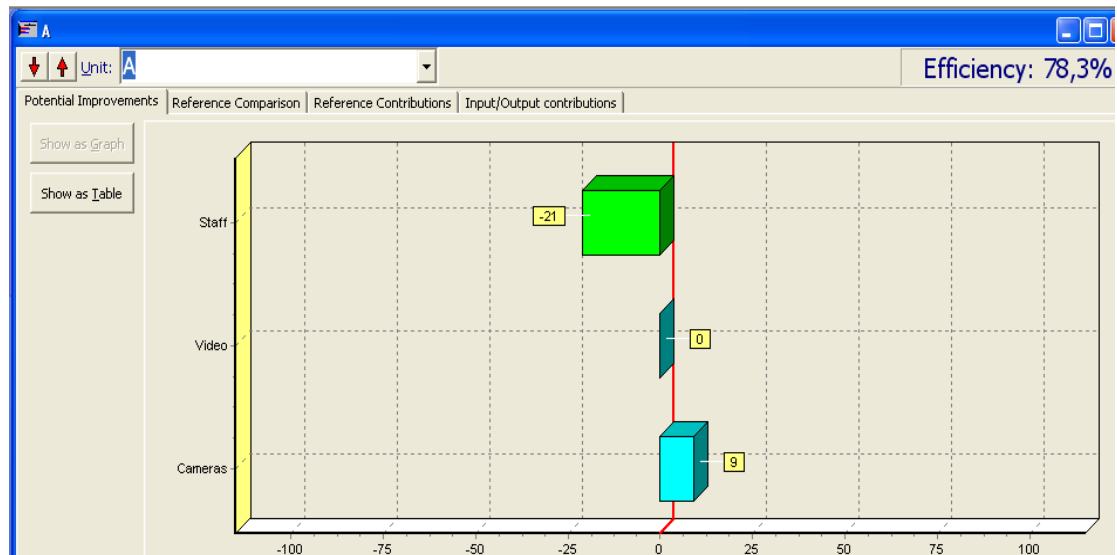


Figura 7. Percentual de incremento para cada variável do sistema.

Após o cálculo de eficiência, o Frontier tem a possibilidade de informar quais melhorias adotar para cada participante do sistema, para que eles alcancem 100% de eficiência. No detalhamento dessas informações, a Figura 7 apresenta três barras discriminando a taxa percentual de incremento para cada variável. Essas informações são subdivididas por uma linha vermelha. A linha vermelha tem como objetivo indicar o marco zero das possíveis análises. Com base nessa linha, todo incremento realizado para o lado direito é positivo e o lado esquerdo significa os incrementos negativos. Vale destacar que esse tipo de resultado é apresentado para cada unidade organizacional analisada (para cada idosa) e para todas as variáveis do sistema (todos os inputs e outputs).

