

Estudo comparativo entre bicicletas tradicionais e aerodinâmicas utilizando escalas de avaliação de níveis de desconforto corporal – EANDC.
Study comparative among traditional and aerodynamic bicycles using scales of evaluation of levels of corporal discomfort.

Suzi Mariño Pequini

Doutora em Arquitetura e Urbanismo, FAU/USP

Ana Maria de Moraes

Doutora em Comunicação, UFRJ

Jorge Boueri

Doutor em Arquitetura e Urbanismo, FAU/USP

Paolo Cinque Pequini

Pós-Graduado Engenharia e Design

de Produtos, DCET/UNEB

Resumo

Este estudo apresenta um experimento para aplicação das Escalas de Avaliação de Níveis de Desconforto Corporal – EANDC. Objetivou-se a avaliar sua eficiência no levantamento dos níveis de desconforto em produtos. Para tal, foi selecionado o produto bicicleta, pois se constatou que as bicicletas nacionais mais populares apresentam praticamente um tamanho de quadro. Os resultados mostraram que as de queixas apontadas pelos participantes do experimento concentraram-se nas bicicletas Aerodinâmicas mais que nas Tradicionais, tipos definidos para a análise.

Palavras-chave: ergonomia do produto, escalas de avaliação, bicicleta.

Abstract

This study presents an experiment for application of the Scales of Evaluation of Levels of Corporal Discomfort. It is aimed at to evaluate your efficiency in the rising of the discomfort levels in products. For such, the product bicycle was selected, because it was verified that the more popular national bicycles present a frame size only. The results showed that the one of pointed complaints for the participants of the experiment concentrated on the Aerodynamic bicycles more than in the Traditional ones, defined types for the analysis.

Keywords: product ergonomics, scales of evaluation, bicycle.

1. Introdução

A Ergonomia tem sido difundida de forma eficiente nos dias de hoje. A quantidade de publicações nesta área, tanto nacionais como internacionais, tem crescido significativamente, porém, a sua aplicação no desenvolvimento de produtos ainda não é proporcional ao seu crescimento. Isso pode ser confirmado quando, ainda hoje, inúmeros produtos são projetados sem considerar os fatores humanos causando constrangimentos aos seus usuários. Resulta muitas vezes, em baixo desempenho, fisiopatologias e até descarte destes.

Acreditamos que, o desconhecimento da Ergonomia por parte dos Designers pode ser uma das causas deste problema.

A dificuldade de realizar avaliações em laboratórios, com equipamentos de precisão, dos níveis de desconforto em projetos de produtos, por falta de recursos financeiros também, vem agravar essa situação.

E o desconhecimento por parte dos Designers da existência das Escalas de Avaliação de Níveis de Desconforto Corporal– EANDC que podem substituir de modo eficiente os laboratórios e equipamentos na avaliação de níveis de desconforto também vai se refletir na ineficiência da usabilidade dos produtos.

Baseado nestes dados buscou-se o desenvolvimento de experimento para aplicação da EANDC de forma a avaliar sua eficiência no levantamento dos níveis de desconforto em produtos. Para validação desta metodologia foi selecionado o produto bicicleta, pois durante as observações realizadas pelos autores em estudos anteriores

constatou-se que as bicicletas nacionais mais populares apresentam praticamente um tamanho de quadro. O quadro é a “coluna vertebral” da bicicleta onde se fixam as outras partes. Este fato torna a bicicleta inviável do ponto de vista antropométrico, sendo assim, ela não atende o grande número de usuários de diferentes dimensões, pois só algumas bicicletas mais caras apresentam três tamanhos de quadro para um mesmo modelo.

Definiu-se então avaliar a bicicleta do ponto de vista dimensional e postural, e para tal, focou-se na altura do selim do ponto de vista dimensional e nas posturas com o tronco ereto e em flexão por serem estas as posturas que os usuários assumem nos diversos modelos de bicicletas encontradas no mercado nacional.

2. Objetivo geral

Mostrar ser viável a avaliação de produtos a partir da utilização de Escalas de Avaliação de Níveis de Desconforto Corporal– EANDC.

2.1 Objetivos específicos

Comparar os níveis de desconforto/dor apontados por usuários em dois tipos diferentes de bicicletas – Tradicional e Aerodinâmica;

Verificar o grau de desconforto/dor dos usuários em relação ao ajuste do selim, para comparar o ajuste correto, o ajustes com 10% acima do correto e com 10% abaixo do correto.

3. Hipótese

Produtos mal projetados sem considerar os valores dimensionais dos extremos da população, assim como os ângulos posturais de conforto biomecânicos incorretos podem causar desconforto, dores e propiciar o surgimento de fisiopatologias. A utilização de escalas de níveis de desconforto/dor podem contribuir no processo de desenvolvimento de um produto apontando quais os subsistemas que poderão causar problemas aos usuários e necessitam, portanto, serem ajustados.

4. Metodologia e procedimentos

A metodologia ergonômica utilizada nesta pesquisa buscou encontrar a relação do usuário com o produto, para definir parâmetros de usabilidade entre ambos. Para obtenção dos dados, foram realizadas observações com um grupo de usuários, de forma a levantar o nível de desconforto/dor em relação ao uso da bicicleta de acordo com o tipo de postura assumida e o ajuste do selim.

Foram realizadas observações, em seis sessões, de todos os indivíduos da amostra, para registros fotográficos das posturas assumidas e, ao término de cada sessão, aplicados questionários – Escalas de Avaliação de Níveis de Desconforto Corporal– EANDC, Corlett e Wilson (1986:326) para levantamento da opinião dos usuários no que diz respeito aos níveis de desconforto/dor, pois um dos principais critérios para avaliar a ergonomia de um produto é utilizar uma escala de avaliação de desconforto/dor a partir da opinião do usuário. Esta escala é considerada importante e válida e frequentemente a avaliação de desconforto/dor é aplicada junto com um mapa das regiões corporais (Figura 1). Este é um método onde o desconforto/dor percebido durante a utilização de um produto é atribuído às regiões corporais. É solicitado que o indivíduo avaliado mencione as regiões desconfortáveis/doloridas começando pela pior, e assim por diante, até que todas as regiões sejam mencionadas.

Depois é solicitado que ele faça uma avaliação do desconforto geral, qual o maior incômodo, ou mencione uma região mais desconfortável/dolorida, em particular.

Usam-se cinco ou sete pontos de uma escala que são classificados em ordem crescente de níveis de desconforto/dor, começando por ‘nenhum desconforto/dor’, até chegar a ‘insuportável desconforto/dor’. Segundo Eklund (1986:325), este método de avaliar desconforto postural foi apresentado por Corlett e Bishop em 1976 e tem sido usado, desde então, com eficiência.

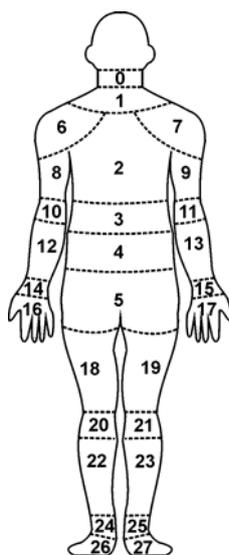


Figura 1 – Mapa das regiões corporais utilizado para avaliação de desconforto/dor adaptado à pesquisa.
 Fonte: Corllet e Wilson (1986:326)

Foram realizadas fotos a cada um minuto para análise dos ângulos posturais dos ciclistas em relação a cada tipo de bicicleta. Foi utilizada como aparato do experimento a “Bicicleta ergométrica Monark Ergomedic 828-E”, a qual teve o selim original substituído por um selim de bicicleta injetado em poliuretano de alta resistência para prática de ciclismo *in door*, ou *Spinning*, revestido com capa de gel, sendo este o tipo de selim que os ciclistas selecionados para a amostragem utilizam no seu dia-a-dia. As bicicletas nos tipos Tradicional e Aerodinâmico foram ajustadas de acordo com o biotipo dos usuários. A Tradicional mantém o usuário com o tronco ereto e a Aerodinâmica mantém tronco em flexão. (Figura 2).

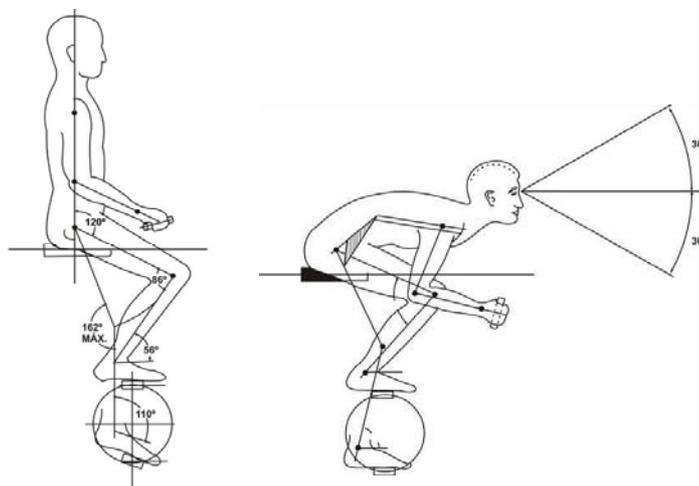


Figura 2 – Posturas assumidas nas bicicletas tradicional e aerodinâmica.
 Fonte: Dreyfuss (1966:Q).

4.1 Critérios de inclusão da amostra

Indivíduos saudáveis;

Faixa etária: a faixa etária foi definida de acordo com o nível de condicionamento físico dos participantes a partir do desempenho da frequência cardíaca;

Sexo: feminino e masculino;

Prática de atividade física: mínimo de três vezes por semana (corrida, ciclismo, musculação, ginástica localizada etc.);

Estatura: do 2,5º percentil feminino ao 97,5º percentil masculino, conforme recomendações antropométrica de Diffrient et al. (1981);

Habitantes da cidade do Salvador.

4.2 Variáveis consideradas

Variáveis Independentes	Variável Dependente	Variáveis controladas
Tipo da bicicleta (Tradicional e Aerodinâmica); Altura do selim (correto; 10% abaixo do correto; e 10% acima do correto).	Nível de desconforto/dor (EANDC de CORLLET et alii, 1986:326).	Sexo; Estatura; Alimentação; Postura na bicicleta; Ajustes do selim; Carga da bicicleta; Sequências das sessões; Frequência cardíaca; Intervalo entre as sessões; Práticas de outras atividades físicas no período do experimento.

A princípio definiram-se como variáveis controladas a idade e o peso dos participantes onde teríamos um grupo de ciclistas que estivessem entre 20 e 30 anos e com o peso que estivesse com Índice de Massa Corporal – IMC na faixa normal. Porém os testes mostraram que estas variáveis não estavam relacionadas com o condicionamento físico dos participantes e a variável, condicionamento físico, era a que garantiria a qualidade do experimento considerando que indivíduos bem condicionados para pedalar apontariam os níveis de desconforto das bicicletas mais próximos do real.

Nas Figuras 3 e 4 comparou-se o comportamento da Frequência Cardíaca, medida a cada cinco minutos, de duas mulheres integrantes do grupo da pesquisa quando estas pedalavam as Bicicleta 1A e 2B. Uma com 23 anos e a outra com 45 anos onde se observou que a Frequência Cardíaca das duas teve um comportamento semelhante independente da idade. Isto mostrou que os níveis de condicionamento físico das duas também se assemelhavam.

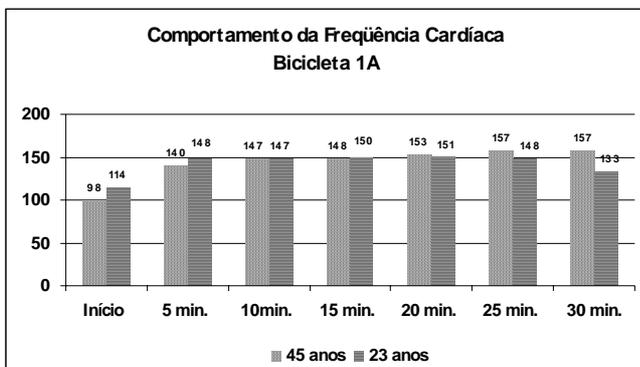


Figura 3 – Comportamento da Frequência Cardíaca de duas mulheres integrantes do grupo de ciclistas que participaram do experimento medida a cada cinco minutos durante a pedalada na Bicicleta 1A que tinham idades de 23 e 45 anos.

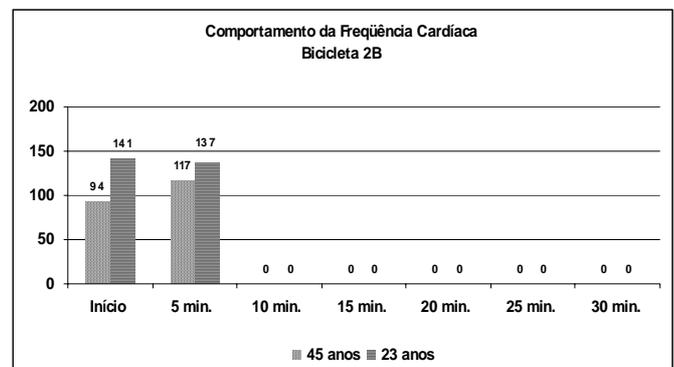


Figura 4 – Comportamento da Frequência Cardíaca de duas mulheres integrantes do grupo de ciclistas que participaram do experimento medida a cada cinco minutos durante a pedalada na Bicicleta 2B que tinham idades de 23 e 45 anos.

Também se pode observar nas Figuras 5 e 6 o comportamento da Frequência Cardíaca de duas outras mulheres que tinham pesos diferenciados onde uma estava com o IMC normal e a outra com o IMC acima do normal. Neste caso também foi constatado que a Frequência das duas mulheres teve um comportamento semelhante o que mostra também a semelhança entre os níveis de condicionamento físico.

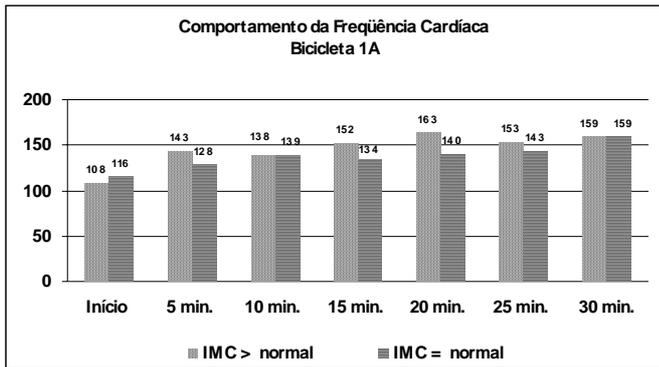


Figura 5 – Comportamento da Frequência Cardíaca de duas mulheres integrantes do grupo de ciclistas que participaram do experimento medida a cada cinco minutos durante a pedalada na Bicicleta 1A que tinham peso com IMC normal e IMC acima do normal.

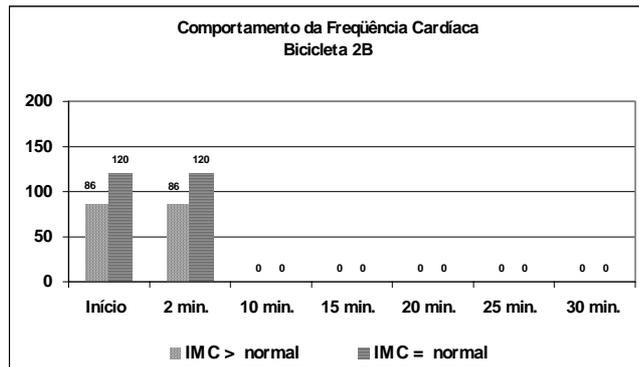


Figura 6 – Comportamento da Frequência Cardíaca de duas mulheres integrantes do grupo de ciclistas que participaram do experimento medida a cada cinco minutos durante a pedalada na Bicicleta 2B que tinham peso com IMC normal e IMC acima do normal.

4.3 Controle de fatores de risco

Frequência Cardíaca (Fc): foi medida a Frequência Cardíaca (FC) a cada cinco minutos para controle do esforço, avaliação do condicionamento físico e por questões de segurança. A FC não deve ultrapassar 90% da $FC_{MÁXIMA}$ que foi calculada segundo Wildmore (1993), subtraindo-se a idade de 220: $220 - idade = FC_{máx}$

Anamnese: de acordo com Pitanga (B) (2003:46), este instrumento serve para que o pesquisador tenha conhecimento de diversos fatores e detalhes da saúde/doença do indivíduo;

3.4 Procedimentos para realização do experimento

Os seguintes procedimentos para a realização do experimento foram estabelecidos:

Variáveis antropométricas: mensuração com Paquímetro de Segmento Cardiomed de 0 a 1,25m das variáveis antropométricas, altura do tronco, entrepernas e comprimento do braço (Figura 7) dos indivíduos selecionados;

Variáveis dimensionais: cálculo das variáveis dimensionais da bicicleta, altura do selim e comprimento do quadro ideais dos dois tipos de bicicletas, Tradicional e Aerodinâmica, a partir das suas variáveis antropométricas dos participantes do experimento;

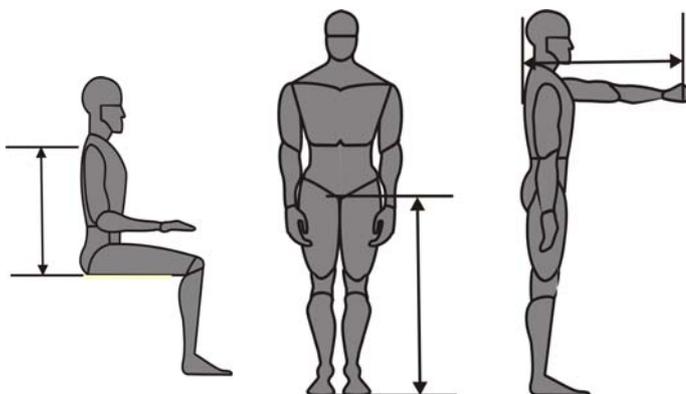


Figura 7 – Tronco, entreperna e braço. Fonte: Pequini (2000:5.1).

Ângulos biomecânicos: gabaritos com os ângulos biomecânicos assumidos nas bicicletas Tradicionais e Aerodinâmicas, conforme recomendações de Dreyfuss (1966) para orientação dos ciclistas.

5. Experimento

Tempo: cada participante pedalou durante 30 minutos ou menos na “Bicicleta ergométrica Monark Ergomedic 828-E”, com as seguintes posturas:

BICICLETA TIPO 1: Postura da bicicleta tradicional (Figura 8):

BICICLETA TIPO 1 A: Tronco ereto e ajuste correto da altura do selim – Consideramos para o cálculo do ajuste correto a fórmula recomendada por Hinault (apud PEQUINI, 2000);

BICICLETA TIPO 1 B: Tronco ereto e ajuste 10% acima do ajuste correto da altura do selim;

BICICLETA TIPO 1 C: Tronco ereto e ajuste 10% abaixo do ajuste correto da altura do selim;

BICICLETA TIPO 2: Postura da bicicleta aerodinâmica (Figura 8):

BICICLETA TIPO 2 A: Tronco em flexão e ajuste correto da altura do selim – Consideramos para o cálculo do ajuste correto a fórmula recomendada por Hinault (apud PEQUINI, 2000);

BICICLETA TIPO 2 B: Tronco em flexão e ajuste 10% acima do ajuste correto da altura do selim;

BICICLETA TIPO 2 C: Tronco em flexão e ajuste 10% abaixo do ajuste correto da altura do selim;



Figura 8 – Tipos de bicicletas definidos para o experimento.

O valor das diferenças acima e abaixo dos ajustes da altura correta do selim foi definido a partir da pesquisa realizada por Pequini (2000). De acordo com a autora foi verificado que os erros de ajustes das alturas dos selins das bicicletas dos ciclistas profissionais eram em torno de 10%.

5.1 Observações para a realização do experimento

Intervalo entre sessões: cada sessão de 30 minutos foi marcada de acordo com a disponibilidade dos participantes;

Outras atividades físicas: Os participantes foram orientados para não realizar nenhuma atividade antes de cada sessão do experimento para não interferir nos resultados.

Postura: Os participantes foram orientados para pedalar sempre sentados e com as mãos no guidão, de forma a manter a postura semelhante às das bicicletas analisadas.

Campo de visão: Os participantes tiveram que olhar para frente em um ponto determinado na sua linha padrão de visão, considerando que em uma situação real ao andar de bicicleta na rua, ele terá que levar em conta o caminho à sua frente.

Registros posturais: foram realizadas fotos a cada um minuto durante as sessões, para registros posturais e verificação da relação das posturas assumidas com o tipo da bicicleta e o ajuste do selim.

Seqüências aleatórias: a seqüência das sessões foi sorteada para que acontecesse de forma aleatória e diferente para cada participante evitando assim que os indivíduos fossem sempre testados na mesma seqüência e, conseqüentemente, ocorresse tendenciamento nos resultados.

Carga: a carga da bicicleta foi ajustada em um quilo para todos os participantes, pois, devido a alguns testes realizados antes do experimento, esta carga foi considerada confortável por todos.

Velocidade: a velocidade da bicicleta foi determinada pelo participante de forma a ficar o mais confortável.

Preparação física: foram realizados alongamentos para preparação dos músculos envolvidos na tarefa de pedalar.

Escala de desconforto corporal: os participantes foram orientados quanto ao preenchimento da EANDC, ao término de cada sessão.

Nível de desconforto: o participante podia interromper a sessão a qualquer momento que considerasse o nível de desconforto insuportável.

5.2 Local da realização do experimento

Laboratório de avaliação física da Academia Esportiva HANGAR 45, Av. Oceânica S-N, Aeroclube Plaza Show, Boca do Rio, Salvador, Bahia, adaptado para realização do experimento.

6 Análise e discussão da pesquisa

O experimento realizado teve como objetivo verificar o nível de desconforto entre homens e mulheres em relação às bicicletas dos tipos Tradicional e Aerodinâmico, as quais chamamos 1A, 1B e 1C (Figura 8), quando nos referimos às bicicletas tradicionais, e 2A, 2B e 2C (Figura 8), quando nos referimos às bicicletas aerodinâmicas. Variaram-se a postura do tronco e a altura do selim criando, dessa forma, seis situações diferentes para que fossem avaliados os níveis de desconforto em 28 regiões do corpo. Ao final de cada sessão, foi solicitado aos participantes que respondessem à EANDC para detectarmos os níveis de desconforto/dor nas várias regiões do corpo e, de posse destes resultados, indicar qual o tipo de bicicleta mais confortável do ponto de vista postural, se a postura tradicional, com o tronco ereto, ou se a postura aerodinâmica, com o tronco flexionado; e, do ponto de vista dimensional no que diz respeito à altura do selim.

Foram comparados os níveis de desconforto dos indivíduos utilizando a técnica estatística *Análise Exploratória de Dados* – parte da estatística descritiva que consiste na coleta, organização e exploração dos dados para descobrir ou identificar os aspectos ou padrões de maior interesse, gerando conclusões em que a incerteza e as variabilidades estão presentes.

A partir dessas análises, detectamos qual o tipo de bicicleta foi considerado o mais desconfortável e o mais confortável; quem sentiu maior desconforto (o homem ou a mulher) e principalmente em que região do corpo eles sentiram maior desconforto em relação aos tipos de bicicletas analisadas.

A conclusão dessas análises permite que o designer projete uma bicicleta que melhore suas qualidades, proporcionando maior conforto e desempenho para os ciclistas, evitando qualquer tipo de danos à sua saúde, assim como este método também serve de modelo para a avaliação de produtos e estações de trabalho, de forma a levantar níveis de desconforto que interfiram na usabilidade de produtos e estações de trabalho que possam diminuir o desempenho dos usuários e causar danos à saúde.

6.1 Análise exploratória dos resultados da aplicação da EANDC

A amostra dessa população foi selecionada partindo dos critérios anteriormente citados: homens com faixa etária média de 30 anos, peso médio 77 kg e estatura média de 179,7cm, e mulheres com faixa etária média de 33 anos, peso médio 57 kg e estatura média de 162,7cm. Além disso, todos os indivíduos tinham excelente condicionamento físico e eram praticantes de ciclismo.

Foram selecionadas 20 pessoas (10 homens e 10 mulheres) para pedalar cada tipo de bicicleta durante 30 minutos, avaliando assim o nível de desconforto destes em relação as 28 partes do corpo: 00 pescoço, 01 cervical, 02 dorsal, 03 cintura, 04 lombar, 05 região púbica, 06 ombro esquerdo, 07 ombro direito, 08 braço esquerdo, 09 braço direito, 10 cotovelo esquerdo, 11 cotovelo direito, 12 antebraço esquerdo, 13 antebraço direito, 14 punho esquerdo, 15 punho direito, 16 mão esquerdo, 17 mão direita, 18 coxa esquerda, 19 coxa direita, 20 joelho esquerdo, 21 joelho direito, 22 perna esquerda, 23 perna direita, 24 tornozelo esquerdo, 25 tornozelo direito, 26 pé esquerdo, 27 pé direito (Figura 1).

Os níveis de desconforto foram classificados em nenhum, algum, moderado, bastante, intolerável e foi utilizada a seguinte pontuação: (01) para nenhum desconforto, (02) para algum desconforto, (03) para moderado desconforto, (04) para bastante desconforto, (05) para intolerável desconforto.

a – Bicicleta 1A (Bicicleta Tradicional – Tronco ereto e selim com ajuste correto)

Destacamos no Quadro 1 as regiões corporais cujos participantes alegaram sentirem algum desconforto. Pode-se observar que a região lombar, ombros, braços, coxas e joelhos tiveram uma pequena incidência e queixas por parte dos participantes, ficando a região púbica como a região mais desconfortável/dolorida. Portanto, observa-se que a Bicicleta 1A foi bem aceita pela grande maioria dos participantes, já que cerca de 90% destes não sentiram nenhum desconforto em 95% das partes do corpo.

b – Bicicleta 1B (Bicicleta Tradicional – Tronco ereto e selim com ajuste 10% acima do correto)

Observamos que, na Bicicleta 1B, a região mais desconfortável (com pior nível) para ambos os sexos foi a região púbica, assim como na Bicicleta 1A, também com maior desconforto masculino (90%) que o feminino (80%).

Outras regiões que podemos destacar também foram os braços. Além disso, pudemos perceber que muitos reclamaram dos membros inferiores do corpo, como é caso das coxas, joelhos, pernas, tornozelos e pés.

De modo geral, as “regiões” com “pior” desconforto foram os membros inferiores, principalmente os pés e a região púbica. Porém é importante ressaltar que ainda assim, 50% ou mais dos participantes não tiveram “nenhum” desconforto em 85% das partes do corpo.

c – Bicicleta 1C (Bicicleta Tradicional – Tronco ereto e selim com ajuste 10% abaixo do correto)

Inicialmente, podemos notar que a parte do corpo com pior nível de desconforto foi a região púbica, percebemos também que outra região do corpo cujo nível de desconforto se diversificou bastante foram os membros inferiores.

Em geral esta bicicleta não causou muito incômodo como a Bicicleta 1B para a maioria dos ciclistas. Observamos que as percentagens de níveis de desconforto, “algum”, “moderado”, “bastante” e “intolerável” nas regiões destacadas no Quadro 3, foram em torno de 10% a 30%, não muito pequena, mas menores que alguns outros tipos, sem levar em conta a região púbica, em que 65% dos participantes sentiram maior desconforto.

d – Bicicleta 2A (Bicicleta Aerodinâmica – Tronco em flexão e selim com ajuste correto)

Como nas outras bicicletas a região mais desconfortável ou com pior nível de desconforto foi na região pública, em que 30% dos participantes acharam “bastante” e “intolerável” desconforto. Os membros superiores também foram considerados uma das regiões com maior desconforto como mãos, punhos, antebraços, cotovelos e braços. O pescoço, a região cervical e cintura também foram apontadas como regiões desconfortáveis/doloridas.

Quadro 1 – Bicicleta TIPO 1A: Níveis de Desconforto

Níveis de desconforto/dor Partes do corpo	(1) Nenhum	(2) Algum	(3) Moderado	(4) Bastante	(5) Intolerável
00pescoço	20 (100%)				
01cervical	20 (100%)				
02dorsal	20 (100%)				
03cintura	20 (100%)				
04 lombar	18 (90%)	01 (5%)	01 (5%)		
05 região pública	09 (45%)	01 (5%)	03 (15%)	04 (20%)	03 (15%)
06 ombro esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
07 ombro direito	19 (95%)	01 (5%)			
08 braço esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
09 braço direito	19 (95%)	01 (5%)			
10cotovelo esquerdo	20 (100%)				
11cotovelo direito	20 (100%)				
12antebraço esquerdo	20 (100%)				
13antebraço direito	20 (100%)				
14punho esquerdo	20 (100%)				
15punho direito	20 (100%)				
16mão esquerdo	20 (100%)				
17mão direito	20 (100%)				
18 coxa esquerda	18 (90%)		02 (10%)		
19 coxa direita	18 (90%)		02 (10%)		
20 joelho esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
21 joelho direito	19 (95%)	01 (5%)			
22perna esquerda	20 (100%)				
23perna direita	20 (100%)				
24tornozelo esquerdo	20 (100%)				
25tornozelo direito	20 (100%)				
26pé esquerdo	20 (100%)				
27pé direito	20 (100%)				

Quadro 2 – Bicicleta TIPO 1B: Níveis de Desconforto

Níveis de desconforto/dor Partes do corpo	(1) Nenhum	(2) Algum	(3) Moderado	(4) Bastante	(5) Intolerável
00pescoço	20 (100%)				
01cervical	20 (100%)				
02dorsal	20 (100%)				
03cintura	20 (100%)				
04 lombar	16 (80%)	01 (5%)	01 (5%)		02 (10%)
05 região pública	03 (15%)		04 (20%)	05 (25%)	08 (40%)
06 ombro esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
07 ombro direito	19 (95%)	01 (5%)			
08 braço esquerdo	16 (80%)	01 (5%)	02 (10%)	01 (5%)	
09 braço direito	16 (80%)	01 (5%)	02 (10%)	01 (5%)	
10cotovelo esquerdo	20 (100%)				
11cotovelo direito	20 (100%)				
12 antebraço esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
13 antebraço direito	19 (95%)	01 (5%)			
14punho esquerdo	20 (100%)				
15punho direito	20 (100%)				
16mão esquerdo	20 (100%)				
17mão direito	20 (100%)				
18 coxa esquerda	14 (70%)		03 (15%)	02 (10%)	01 (5%)
19 coxa direita	14 (70%)		03 (15%)	02 (10%)	01 (5%)
20 joelho esquerdo	12 (60%)	02 (10%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)
21 joelho direito	12 (60%)	02 (10%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)
22 perna esquerda	11 (55%)		03 (15%)	03 (15%)	03 (15%)
23 perna direita	11 (55%)		03 (15%)	03 (15%)	03 (15%)
24 tornozelo esquerdo	15 (75%)	03 (15%)		01 (5%)	01 (5%)
25 tornozelo direito	15 (75%)	03 (15%)		01 (5%)	01 (5%)
26 pé esquerdo	09 (45%)	03 (15%)	01 (5%)	05 (25%)	02 (10%)
27 pé direito	09 (45%)	03 (15%)	01 (5%)	05 (25%)	02 (10%)

Quadro 3 – Bicicleta TIPO 1C: Níveis de Desconforto

Níveis de desconforto/dor Partes do corpo	(1) Nenhum	(2) Algum	(3) Moderado	(4) Bastante	(5) Intolerável
00pescoço	20 (100%)				
01 cervical	19 (95%)		01 (5%)		
02dorsal	20 (100%)				
03cintura	20 (100%)				
04 lombar	17 (85%)	01 (5%)	01 (5%)	01 (5%)	
05 região pública	07 (35%)		04 (20%)	06 (30%)	03 (15%)
06ombro esquerdo	20 (100%)				
07ombro direito	20 (100%)				
08braço esquerdo	20 (100%)				
09braço direito	20 (100%)				
10cotovelo esquerdo	20 (100%)				
11 cotovelo direito	20 (100%)				
12 antebraço esquerdo	19 (95%)		01 (5%)		
13 antebraço direito	19 (95%)		01 (5%)		
14punho esquerdo	20 (100%)				
15punho direito	20 (100%)				
16mão esquerdo	20 (100%)				
17mão direito	20 (100%)				
18 coxa esquerda	15 (75%)	02 (10%)	02 (10%)	01 (5%)	
19 coxa direita	15 (75%)	02 (10%)	02 (10%)	01 (5%)	
20 joelho esquerdo	15 (75%)	02 (10%)	02 (10%)	01 (5%)	
21 joelho direito	15 (75%)	02 (10%)	02 (10%)	01 (5%)	
22 perna esquerda	18 (90%)	01 (5%)	01 (5%)		
23 perna direita	18 (90%)	01 (5%)	01 (5%)		
24 tornozelo esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
25 tornozelo direito	19 (95%)	01 (5%)			
26 pé esquerdo	18 (90%)	01 (5%)	01 (5%)		
27 pé direito	18 (90%)	01 (5%)	01 (5%)		

Quadro 4 – Bicicleta TIPO 2A: Níveis de Desconforto

Níveis de desconforto/dor Partes do corpo	(1) Nenhum	(2) Algum	(3) Moderado	(4) Bastante	(5) Intolerável
00 pescoço	16 (80%)	03 (15%)		01 (5%)	
01cervical	13 (65%)	01 (5%)	04 (20%)	02 (10%)	
02 dorsal	18 (90%)	01 (5%)			01 (5%)
03 cintura	18 (90%)	01 (5%)		01 (5%)	
04 lombar	17 (85%)	01 (5%)	01 (5%)		01 (5%)
05 região pública	08 (40%)		02 (10%)	07 (35%)	03 (15%)
06 ombro esquerdo	14 (70%)		02 (10%)	03 (15%)	01 (5%)
07 ombro direito	14 (70%)		02 (10%)	03 (15%)	01 (5%)
08 braço esquerdo	11 (55%)	02 (10%)	02 (10%)	03 (15%)	02 (10%)
09 braço direito	11 (55%)	02 (10%)	02 (10%)	03 (15%)	02 (10%)
10 cotovelo esquerdo	14 (70%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)	
11 cotovelo direito	14 (70%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)	
12 antebraço esquerdo	09 (45%)	02 (10%)	03 (15%)	05 (25%)	01 (5%)
13 antebraço direito	09 (45%)	02 (10%)	03 (15%)	05 (25%)	01 (5%)
14 punho esquerdo	12 (60%)	01 (5%)	04 (20%)	03 (15%)	
15 punho direito	12 (60%)	01 (5%)	04 (20%)	03 (15%)	
16 mão esquerdo	11 (55%)	01 (5%)	02 (10%)	05 (25%)	01 (5%)
17 mão direito	11 (55%)	01 (5%)	02 (10%)	05 (25%)	01 (5%)
18 coxa esquerda	17 (85%)		01 (5%)	02 (10%)	
19 coxa direita	17 (85%)		01 (5%)	02 (10%)	
20 joelho esquerdo	19 (95%)	01 (5%)			
21 joelho direito	19 (95%)	01 (5%)			
22 perna esquerda	19 (95%)			01 (5%)	
23 perna direita	19 (95%)			01 (5%)	
24tornozelo esquerdo	20 (100%)				
25tornozelo direito	20 (100%)				
26 pé esquerdo	19 (95%)		01 (5%)		
27 pé direito	19 (95%)		01 (5%)		



e – Bicicleta 2B (Bicicleta Aerodinâmica – Tronco em flexão e selim com ajuste 10% acima do correto)

Segundo os participantes, a Bicicleta 2B, apresentou pior nível de desconforto na região púbica. Outra região que nos chamou atenção também foi a lombar. Enfim, percebemos que este tipo de bicicleta foi mais desconfortável entre as seis, pois, além das regiões citadas, tanto os membros superiores como os membros inferiores do corpo foram considerados desconfortáveis em todos os níveis por uma quantidade significativa de indivíduos.

f – Bicicleta 2C (Bicicleta Aerodinâmica – Tronco em flexão e selim com ajuste 10% abaixo do correto)

Podemos notar que, na Bicicleta 2C, assim como as outras bicicletas, a parte do corpo com pior nível de desconforto também está concentrada na região púbica. Também os membros inferiores como pés, pernas e joelhos foram bastante apontadas como áreas de desconforto/dor, assim como na Bicicleta 2B, tanto os membros superiores como os membros inferiores do corpo foram considerados desconfortáveis em todos os níveis por uma quantidade significativa de indivíduos.

Quadro 5 – Bicicleta TIPO 2B: Níveis de Desconforto

Níveis de desconforto/dor Partes do corpo	(1) Nenhum	(2) Algum	(3) Moderado	(4) Bastante	(5) Intolerável
00 pescoço	17 (85%)	01 (5%)		02 (10%)	
01 cervical	18 (90%)	01 (5%)		01 (5%)	
02 dorsal	18 (90%)	01 (5%)		01 (5%)	
03 cintura	17 (85%)		01 (5%)	01 (5%)	01 (5%)
04 lombar	11 (55%)	01 (5%)	03 (15%)	01 (5%)	04 (20%)
05 região púbica	03 (15%)		04 (20%)	01 (5%)	12 (60%)
06 ombro esquerdo	17 (85%)	01 (5%)	02 (10%)		
07 ombro direito	17 (85%)	01 (5%)	02 (10%)		
08 braço esquerdo	13 (65%)	01 (5%)	01 (5%)	03 (15%)	02 (10%)
09 braço direito	13 (65%)	01 (5%)	01 (5%)	03 (15%)	02 (10%)
10 cotovelo esquerdo	17 (85%)	01 (5%)		01 (5%)	01 (5%)
11 cotovelo direito	17 (85%)	01 (5%)		01 (5%)	01 (5%)
12 antebraço esquerdo	13 (65%)		02 (10%)	04 (20%)	01 (5%)
13 antebraço direito	13 (65%)		02 (10%)	04 (20%)	01 (5%)
14 punho esquerdo	11 (55%)	01 (5%)	03 (15%)	04 (20%)	01 (5%)
15 punho direito	11 (55%)	01 (5%)	03 (15%)	04 (20%)	01 (5%)
16 mão esquerdo	16 (80%)		02 (10%)	02 (10%)	
17 mão direito	16 (80%)		02 (10%)	02 (10%)	
18 coxa esquerda	13 (65%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)	01 (5%)
19 coxa direita	13 (65%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)	01 (5%)
20 joelho esquerdo	14 (70%)		02 (10%)	02 (10%)	02 (10%)
21 joelho direito	14 (70%)		02 (10%)	02 (10%)	02 (10%)
22 perna esquerda	13 (65%)	01 (5%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)
23 perna direita	13 (65%)	01 (5%)	01 (5%)	02 (10%)	03 (15%)
24 tornozelo esquerdo	17 (85%)	01 (5%)	01 (5%)		01 (5%)
25 tornozelo direito	17 (85%)	01 (5%)	01 (5%)		01 (5%)
26 pé esquerdo	08 (40%)	02 (10%)	09 (45%)		01 (5%)
27 pé direito	11 (55%)	02 (10%)	02 (10%)	03 (15%)	02 (10%)

Quadro 6 – Bicicleta TIPO 2C: Níveis de Desconforto

Níveis de desconforto/dor Partes do corpo	(1) Nenhum	(2) Algum	(3) Moderado	(4) Bastante	(5) Intolerável
00 pescoço	17 (85%)		01 (5%)	02 (10%)	
01 cervical	13 (65%)	01 (5%)	03 (15%)	02 (10%)	01 (5%)
02 dorsal	18 (90%)	02 (10%)			
03 cintura	18 (90%)		02 (10%)		
04 lombar	16 (80%)		02 (10%)	02 (10%)	
05 região púbica	06 (30%)	01 (5%)	03 (15%)	05 (25%)	05 (25%)
06 ombro esquerdo	10 (50%)	01 (5%)	03 (15%)	03 (15%)	03 (15%)
07 ombro direito	10 (50%)	01 (5%)	03 (15%)	03 (15%)	03 (15%)
08 braço esquerdo	12 (60%)	03 (15%)	04 (20%)		01 (5%)
09 braço direito	12 (60%)	03 (15%)	04 (20%)		01 (5%)
10 cotovelo esquerdo	17 (85%)		02 (10%)	01 (5%)	
11 cotovelo direito	17 (85%)		02 (10%)	01 (5%)	
12 antebraço esquerdo	11 (55%)	02 (10%)	01 (5%)	04 (20%)	02 (10%)
13 antebraço direito	11 (55%)	02 (10%)	01 (5%)	04 (20%)	02 (10%)
14 punho esquerdo	11 (55%)	01 (5%)	04 (20%)	02 (10%)	02 (10%)
15 punho direito	11 (55%)	01 (5%)	04 (20%)	02 (10%)	02 (10%)
16 mão esquerdo	13 (65%)		03 (15%)	03 (15%)	01 (5%)
17 mão direito	13 (65%)		03 (15%)	03 (15%)	01 (5%)
18 coxa esquerda	08 (40%)	05 (25%)	05 (25%)	02 (10%)	
19 coxa direita	08 (40%)	05 (25%)	05 (25%)	02 (10%)	
20 joelho esquerdo	15 (75%)	01 (5%)		03 (15%)	01 (5%)
21 joelho direito	15 (75%)	01 (5%)		03 (15%)	01 (5%)
22 perna esquerda	15 (75%)	01 (5%)	03 (15%)	01 (5%)	
23 perna direita	15 (75%)	01 (5%)	03 (15%)	01 (5%)	
24 tornozelo esquerdo	17 (85%)	01 (5%)	02 (10%)		
25 tornozelo direito	17 (85%)	01 (5%)	02 (10%)		
26 pé esquerdo	17 (85%)		01 (5%)	02 (10%)	
27 pé direito	17 (85%)		01 (5%)	02 (10%)	



7. Conclusão

Em todas as bicicletas analisadas (1A, 1B, 1C, 2A, 2B e 2C), os níveis de desconforto – nenhum, algum, moderado, bastante e intolerável – variaram bastante, algumas mais (como a 2B e a 2C), outras menos. Mas a disparidade desses níveis em relação aos sexos dos indivíduos manteve-se presente em todos os tipos de bicicletas.

Após pedalarm por alguns minutos e avaliar os níveis de desconforto das bicicletas, a maioria dos entrevistados, de ambos os sexos, achou que a parte do corpo cujo nível de desconforto apresentou-se mais intenso, foi a região púbica onde os dados mostram os seguintes resultados.

- **Bicicleta 1A:** 55% sentiram “algum”, “moderado”, “bastante” e “intolerável” desconforto, dos quais 15% consideraram intolerável desconforto;
- **Bicicleta 1B:** 85% sentiram “moderado” “bastante” e “intolerável” desconforto. Destes, 25% e 40% sentiram bastante e intolerável desconforto, respectivamente.
- **Bicicleta 1C:** 65% sentiram “moderado”, “bastante” e “intolerável” desconforto, dos quais 15% sentiram “intolerável” desconforto;
- **Bicicleta 2A:** 60% sentiram “moderado”, “bastante” e “intolerável” desconforto, destes 15% sentiram um desconforto intolerável;
- **Bicicleta 2B:** 85% sentiram “moderado”, “bastante” e “intolerável” desconforto. Destes, 60% sentiram “intolerável” desconforto;
- **Bicicleta 2C:** 70% sentiram “algum”, “moderado”, “bastante” e “intolerável” desconforto, dos quais 25% consideraram “bastante” e 25% “intolerável”.

Analisando a intensidade de desconforto na região púbica entre os indivíduos do sexo masculino e feminino, em relação a todos os tipos de bicicletas, podemos concluir que a Bicicleta 2B foi a que apresentou maior intensidade, já que cerca de 60% dos entrevistados sentiram “intolerável” desconforto nesta região.

Notamos que as Bicicletas 2B e 2C foram as que apresentaram piores níveis de desconforto em relação a todas as regiões do corpo analisadas. Se levarmos em conta a “ausência” de desconforto, podemos perceber que a percentagem média das duas é bem parecida: 67,86% para Bicicleta 2C e 69,82% para a Bicicleta 2B; em relação ao nível “bastante desconfortável”, a média percentual delas também é muito próxima: 9,28% para 2B e 9,46% para 2C. Porém, ao analisar a percentagem média do desconforto “intolerável”, notamos que a Bicicleta 2B apresenta uma percentagem um pouco maior, isto é, 7,85% contra 4,28% da Bicicleta 2C.

Além disso, o tempo de permanência dos indivíduos na Bicicleta 2B durante a pesquisa foi menor, se comparado com o da Bicicleta 2C. Portanto, conclui-se que a Bicicleta 2B foi a mais desconfortável.

Já a Bicicleta 1A foi a mais confortável, pois a grande maioria, cerca de 90% ou mais, dos participantes, não sentiu “nenhum” desconforto em 95% das partes do corpo, com exceção da região púbica, conforme mencionado anteriormente.

Apesar de algumas coincidências, a análise individual nos revelou que existem diferenças significativas em relação aos níveis de desconforto entre os indivíduos do sexo masculino e feminino. Nas Bicicletas 1A e 2C, o desconforto maior foi para os homens, enquanto nas Bicicletas 2A, 1B e 2B o desconforto foi maior para as mulheres. Sob este ponto de vista, podemos concluir que as mulheres sentiram maior desconforto do que os homens.

Porém, é importante ressaltar que, apesar da grande disparidade de níveis de desconforto entre os indivíduos de ambos os sexos, em todas as bicicletas analisadas prevaleceram níveis de desconforto menos intensos, isto é, com algum ou nenhum desconforto em quase todas as regiões do corpo.

A análise realizada mostrou a Bicicleta 1A como a mais confortável e a Bicicleta 2B como a mais desconfortável, ou seja, consideraram as bicicletas que mantêm o tronco ereto com o ajuste do selim correto (Bicicleta 1A) como a mais confortável e a bicicleta que induz à flexão do tronco com o ajuste do selim 10% acima do correto (Bicicleta 1B) como a mais desconfortável.

Podemos também concluir que, de um modo geral, as bicicletas que mantêm o tronco ereto foram apontadas pelos participantes do experimento como as menos desconfortáveis do que as que induzem à flexão do tronco mesmo aquelas que tinham o ajuste do selim abaixo ou acima do correto (Bicicletas 1B e 1C), e que em relação ao ajuste do selim, as bicicletas que tinham este 10% abaixo do correto (Bicicletas 1C e 2C) foram consideradas menos desconfortáveis que aquelas que tiveram os selins ajustados 10% acima do correto (Bicicletas 1B e 2B).

Portanto, a postura com o tronco ereto é mais confortável que a postura com o tronco em flexão e o selim com o ajuste acima do correto é pior que o ajuste abaixo.

Tal situação coincidiu também com a questão feita aos participantes da pesquisa ao final das seis sessões. Foi solicitado a estes que indicassem a bicicleta mais confortável e a mais desconfortável, para o que 100% indicaram a Bicicleta 1A (Tronco ereto e selim com ajuste correto) como a mais confortável. Noventa por cento dos participantes indicaram a Bicicleta 2B (Tronco em flexão e selim ajustado 10% acima do correto) e 10% deles indicaram a Bicicleta 2C (Tronco em flexão e selim ajustado 10% abaixo do correto) com as mais desconfortáveis.

8. Referências

- BOUERI, José Jorge. **Antropometria aplicada à Arquitetura, Urbanismo e Desenho Industrial**. São Paulo, FAU/USP, 1991, v. 1.
- BURKE S.R. **Proper fit of bicycle**. Colorado, Biology Department, University of Colorado at Colorado Springs. Clin Sports Med; 13(1):1-14, 1994 Jan.
- BURTON, A. K. **Measurement of region lumbar sagittal mobility**. In CORLETT; WILSON. The Ergonomic of working postures. London: Taylor e Francis, 1984, cap. 9, p. 92-99.
- CORLETT, Nigel; WILSON, John; MANENICA, Ilija. **The ergonomics of working postures**. London: Taylor & Francis, 1986.
- DIFFRENT, Niels; TILLEY, Alvin; HARMAN, David. **Humanscale**. Massachusetts: Henry Dreyfuss Associates, 1981 v. 1 ao 9.
- EKLUND, A. E.; CORLETT, E. N. Experimental an biomechanical analisys of seating. In: CORLETT; WILSON. The Ergonomic of working postures. London London: Taylor e Francis, 1984, cap. 28, p. 319-330.
- FRACCAROLI, José Luis. **Biomecânica: análise dos movimentos**. São Paulo: Manole, 1977.
- GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Uma política para as bicicletas**. Brasília, 1976.
- GIL, Antônio C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.
- HINAULT, Bernard; GENZLING, Claude. **Ciclismo de estrada**. Lisboa: Editorial Presença, 1988.
- KNOPLICH, José (B). **Enfermidades da coluna vertebral**. 3. ed. São Paulo, Robe, 2003.
- MANDAL, A. C. **The seat man: Homo sedens**. 2th ed. USA: Delfina Publications, 1974.
- MORAES, Anamaria de (A). **Aplicação dos dados antropométricos no dimensionamento da interface homem-máquina: manequins antropométricos bidimensionais**, 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1983.
- MORAES, Anamaria de (E). Dimensionamento da interface homem-máquina: compatibilização dos usuários extremos; comparação da aplicação de dados antropométricos brasileiros e americanos,(org) Anais do IV Seminário Brasileiro de Ergonomia, Rio de Janeiro, ABERGO/FGV (Associação Brasileira de Ergonomia/Fundação Getúlio Vargas), 1989. p 336 - 346.
- PEQUINI, S. Mariño. **A evolução tecnológica da bicicleta e suas implicações ergonômicas para a máquina humana: problemas na coluna vertebral x bicicletas dos tipos Speed e Mountain bike**. 2000. Dissertação de Mestrado FAU/USP, São Paulo, 2000.
- PLAS, Rob van der. **Técnica, prática y aventura en el Mountain Bike**. Barcelona: Ed. Hispano Europea, 1993.
- PRIMORE, Jay; HURD, Jim. **The american bicycle**. USA: International Publishers & Wholesalers, 1995.
- QUARESMA, Maria Manuela Rupp. **Aplicação de dados antropométricos em projeto de design: como projetar corretamente produtos ergonômicos**. Dissertação (Mestrado em Design). PUC/Rio, Rio de Janeiro, 2001.
- RAUCK, Max J. B.; GERD, Volke; PATURI, Felix R. **Historia de la bicicleta**. Barcelona: Ed. Blume, 1981.
- ROEBUCK, J. A. Jr.; KROEMER, K. H. E.; THOMSON, W. G. **Engineering Anthropometric methods**. Toronto: John Willey & Sons, 1975.
- SALAI, M.; BROSH, T.; BLKSTEIN, A.; ORAN, A.; CHECUIK. A. Effect of changing saddle on the incidence of low back pain in recreational bicyclists. Br Sports Med; 33(6): 398-400, 1999 Dec.
- SOARES, Marcelo. **Custos humanos na postura sentada e parâmetros para avaliação e projetos de assentos: "Carteira Universitária"**. Um estudo de caso. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção/Área de Engenharia de Produto). COOPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1989.
- USABIAGA, J.; CRESPO, R.; IZA, I.; ARAMENDI, J.; TERRADOS, N.; POZZA, J. **Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing**. San Sebastian: Traumatology Department, Nuestra Seroa de Arnzazu Hospital, 1997.

Suzi Mariño Pequini (suzimariño@gmail.com) / Paolo Cinque Pequini (ppequini@gmail.com)