

BICICLETAS PARA USO PERSONALIZADO: RECOMENDAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS

Bicycles for personalized use: anthropometrics recommendations

MARIÑO, Suzi, D. Sc.; Universidade do Estado da Bahia/Universidade Federal da Bahia
suzimarino@gmail.com

MORAES, Anamaria, D. Sc.; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
suzimarino@gmail.com

PEQUINI, Paolo, Esp.; Pós-Graduação em Desenvolvimento de Produtos – UNEB
ppequini@gmail.com

Resumo

Este artigo traz recomendações para o dimensionamento de bicicletas baseadas no referencial teórico levantado, assim como no experimento realizado por Pequini (2005), cujos resultados mostraram que o correto dimensionamento da bicicleta, assim como, a postura do tronco, ereto ou em flexão, são fundamentais para o conforto dos usuários e a prevenção de patologias relacionadas à prática do ciclismo. Foram levantadas recomendações para a utilização de bicicletas a partir de experimentos científicos realizados por especialistas na área médica, na educação física, fisioterapia etc.

Palavras-chave: antropometria; bicicleta; design de produtos.

Abstract

This article brings recommendations for the dimension of bicycles based on the lifted up theoretical referential, as well as in the experiment accomplished by Pequini (2005), whose results showed that the correct dimension of the bicycle, as well as, the posture of the log, erect or in flexion, they are fundamental for the users' comfort and the prevention of pathologies related to the practice of the cyclism. They were show recommendations for the use of bicycles starting from scientific experiments accomplished by specialists in the medical area, in the physical education, physiotherapy etc.

Key-words: anthropometrics; bicycle; product design.

Introdução

As recomendações para o dimensionamento de bicicletas que aqui apresentamos estão baseadas no referencial teórico levantado, assim como no experimento realizado por Pequini (2005), cujos resultados mostraram que o correto dimensionamento da bicicleta, assim como, a postura do tronco, ereto ou em flexão, são fundamentais para o conforto dos usuários e a prevenção de patologias relacionadas à prática do ciclismo.

Ressaltamos que as recomendações aqui elaboradas apenas servem como referência para um primeiro passo ao se dimensionar a bicicleta. Estes dados são teóricos e devem ser exaustivamente testados quanto à validade através de testes antes da elaboração da bicicleta final quando feita personalizada para um único usuário ou encaminhamento dos projetos para linha de produção.

Foram levantadas recomendações para a utilização de bicicletas a partir de experimentos científicos realizados por especialistas na área médica, na educação física, fisioterapia etc.

Revisão da literatura

Em experimento realizado por Pequini (2005:10.6) em laboratório com 20 ciclistas em seis tipos de bicicletas simuladas, dos quais três induziam a postura com o tronco ereto e três com o tronco flexionado, sendo testado também os ajustes do selim com a altura recomendada, 10% acima do ideal e 10% abaixo do ideal, pôde-se constatar que as bicicletas que induziram o tronco ereto tiveram quase 100% de indicação como as mais confortáveis e as que induziam à postura com o tronco em flexão e estavam com o selim ajustado 10% acima do recomendado forma apontadas como as mais desconfortáveis.

Constatou-se que as bicicletas com ajustes errados e que induziram a flexão do tronco 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 de dores no corpo para estas bicicletas foi 69,82%. Para a bicicleta que, além da flexão do tronco, tinha o ajuste do selim 10% acima do correto, a percentagem média do nível de desconforto “intolerável”, foi de 7,85%. Além disso, o tempo de permanência dos indivíduos nesta bicicleta durante a pesquisa foi menor que todas outras, chegando a durar apenas 1% em relação à bicicleta que induzia à postura com o tronco ereto e tinha o ajuste do selim correto. Esta bicicleta foi considerada a mais confortável e teve aprovação de cerca quase 100% dos participantes. Nesta bicicleta os participantes não sentiram “nenhum” desconforto em 95% das partes do corpo, com exceção da região púbica que em todos os tipos de bicicleta foi apontado como extremamente desconfortável devido ao incomodo do selim.

Para Usabiaga (1997:1968), a área da pélvis e da lombar é um ponto de apoio de onde a força das pernas é transmitida aos pedais. Esta região deve ser bem ancorada e estável na bicicleta, a situação ideal é a de imobilidade absoluta no assento. Esta estabilidade é importante em outras atividades atléticas e ocupacionais.

Mellion (1994: 139) diz que [...] levantar mais os guidões e reduzir a distância entre o selim e o guidão evita problemas no pescoço.

O movimento das costas do ciclista merece uma atenção primária. [...] Por outro lado, se a distância entre o eixo do guidão e a barra transversal é muito curta, a espinha lombossacral terá que se flexionar para uma posição mais extrema e sofrerá estresse de flexão que aumente a pressão sobre os discos vertebrais. É muito claro que a distância correta entre o eixo do guidão e a barra transversal é importantíssima.

Na posição correta o ciclista manterá a pélvis numa posição neutra. Para o máximo de potência e o mínimo de dor e ferimento, a pélvis não deverá estar inclinada nem muito para frente nem muito para trás.

Salai et al. (1999:398/400) afirma que, durante o experimento que realizou observou uma tendência a hiperextensão do ângulo lombo-pélvico resultante do aumento das forças de tensão na região. Essas forças podem ser facilmente reduzidas pelo ajuste apropriado do ângulo do selim – criando um ângulo anterior. Portanto, ele conclui que a incidência e a intensidade da dor na lombar nos ciclistas podem ser reduzidas pelo ajuste adequado do ângulo do selim. Do outro lado estão as bicicletas de cidade, onde uma posição com o tronco ereto (com grande resistência do ar) resulta em menor velocidade, e menores vetores de tensão na região lombar e maiores opções de ajuste adequado das bicicletas. Seus estudos são convincentes ao apontar que ao ajustar o ângulo do selim pode-se reduzir ocorrência de dor na lombar. Como mostrado no estudo, uma inclinação anterior de 10 a 15 graus do selim é um passo inicial que deve ser tomado.

Burke (1994:1/3/6) esclarece que muitos dos danos causados por bicicletas poderiam ser evitados se os especialistas entendessem como posicionar adequadamente o ciclista na bicicleta. O principal requisito de posicionamento é o conforto. Ele ressalta que é muito importante que a posição na bicicleta permita que as pernas girem livremente com boa extensão e sem tensão. O peso deve ser distribuído adequadamente entre o selim e o guidão de forma que o sistema esquelético sustente o peso ao invés dos músculos do braço, costas e pescoço. Segundo ele, há ainda maiores riscos associados ao posicionamento inadequado: problemas relacionados a uso excessivo, danificação das juntas, tendões e ligamentos e até mesmo a perda do controle da bicicleta podendo acarretar um acidente. Burke lembra que a bicicleta é ajustável e o ciclista adaptável.

O tamanho da composição deve ser selecionado de acordo com o uso primário da bicicleta, se em trilha ou na rua.

Ele ressalta que uma vez que a extensão adequada da perna é determinada o ciclista deve pedalar com a parte anterior da planta do pé – com apoio no metatarso – enquanto estiver em movimento. Isso permite uma leve flexão do joelho quando o pedal está em baixo no giro.

Recomendações de ângulos posturais biomecânicos

Com base nos resultados do experimento realizados por Pequini (2005), verificamos que houve uma aprovação de 100% dos ciclistas avaliados para as bicicletas que induzem os usuários à postura com o tronco ereto em relação às bicicletas que induzem os usuários à postura com flexão do tronco.

Também baseado nesses resultados, recomendam-se os ângulos posturais biomecânicos de conforto das bicicletas utilizadas para aqueles das bicicletas para transporte e lazer, que não sejam para a prática de esporte, e que atendam às recomendações de Dreyfuss (1966:Q), os quais apresentamos na Figura 1, considerando inclusive que esta postura também

coincide com as recomendações do cirurgião ortopedista americano Keegan (apud MANDAL, 1984), que tirou “Raio X” de indivíduos de perfil em várias posições para avaliação da postura sentada (Figura 2). Ele considerou como postura normal a postura cuja flexão do quadril foi de 45°, Figura 2 (c), porque esta é a posição que assumimos quando estamos relaxados. Nesta conformação, há um completo equilíbrio entre os músculos frontais e posteriores da pélvis. “[...] Quando o indivíduo está sentado nas posições apresentadas na Figura 2 (d) e (e), os músculos das costas estão mais tensos e os frontais estão mais relaxados; o que é extremamente prejudicial” (MANDAL, 1986:348). Estas posições (d) e (e) assemelham-se às posições assumidas pelos participantes do experimento realizado por Pequini (2005) quando utilizando as bicicletas que induziam a flexão do tronco como mencionado anteriormente.

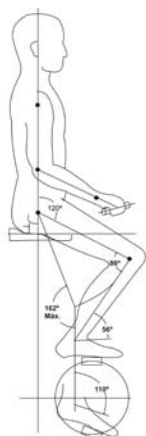


Figura 1– Ângulos de conforto biomecânicos recomendados para bicicletas para transporte e lazer. Fonte: Dreyfuss (1966:Q)

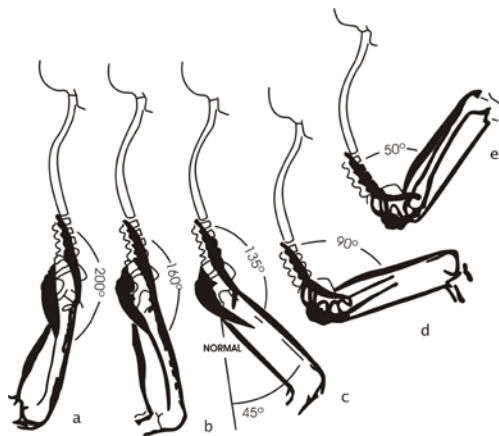


Figura 2 – Raios-x de indivíduos de perfil para avaliar ângulos da postura sentada. Fonte: Mandal (in CORLETT et al., 1986:348)

A adaptação antropométrica aos usuários para o dimensionamento de produtos é um dos requisitos mais importantes, ao considerarmos que destes requisitos depende o conforto do produto, e que se este não atender aos requisitos poderá causar danos aos seus usuários.

No caso específico das bicicletas, Hinault et al. (1988) afirma que o ciclista só obterá o seu melhor rendimento se a sua bicicleta estiver perfeitamente adaptada à morfologia do seu corpo, assim como o mau dimensionamento da bicicleta pode resultar em sérias lesões.

De acordo com Pequini (2000:5.1), para calcular a dimensão ideal da bicicleta, são necessárias as seguintes variáveis antropométricas: tronco (T), braço (B), coxa (C), ante-braço (A), perna (P), entrepernas (E) e ombros (O) as quais mostramos nas Figuras 5 a 9.

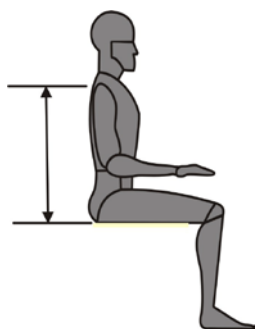


Figura 3– Tronco
Fonte: Pequini (2000:5.1)

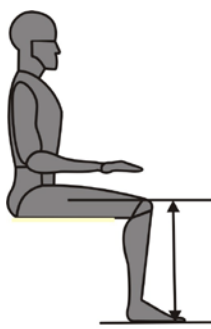


Figura 4 – Perna
Fonte: Pequini (2000:5.1)



Figura 5 – Coxa
Fonte: Pequini (2000:5.2)



Figura 6 – Antebraço
Fonte: Pequini (2000:5.2)

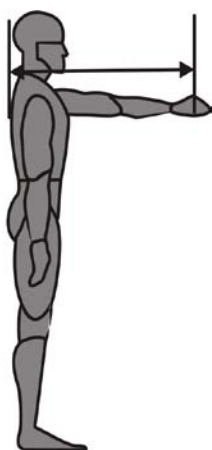


Figura 7 – Braço
Fonte: Pequini (2000:5.2)

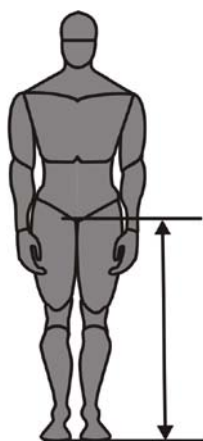


Figura 8 – Entrepernas
Fonte: Pequini (2000:5.2)



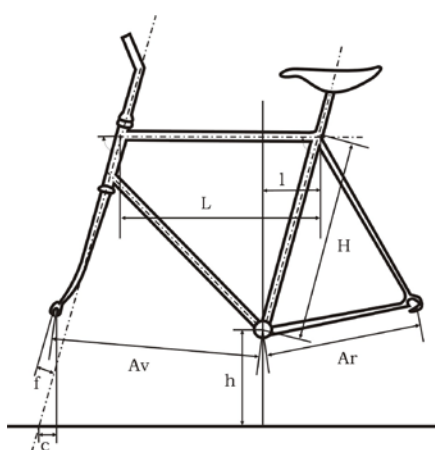
Figura 9 – Ombros
Fonte: Pequini (2000:5.2)

Variáveis dimensionais da bicicleta

Uma bicicleta caracteriza-se por dois conjuntos de medidas: as que determinam de forma definitiva a sua estrutura, quaisquer que sejam os acessórios montados no quadro (Figura 10), e as que podem variar, pela escolha do espigão do guidão e pelas regulagens do selim, em altura, recuo ou avanço (Figura 11).

Segundo Hinault et al. (1988), o selim deve ser ajustado em primeiro lugar. Ele é o principal apoio e a sua posição, relativa à transmissão central, determina as condições ergonômicas do movimento das pernas.

A seguir vem o guidão, que deve estar colocado de maneira que o ciclista possa segurar confortavelmente. Não é possível corrigir uma posição errada do selim, jogando com a posição do guidão.



H – altura do quadro - entre eixos
L – comprimento do quadro - entre eixos
h – altura do eixo da transmissão central - em relação ao solo
l – recuo do tubo do selim
Av – medida da frente da bicicleta - tirada entre o eixo da transmissão central e o da roda da frente
Ar – medida da traseira - tirada entre o eixo da transmissão central e o da roda traseira
f – curva do garfo
c – caça

Figura 10– Medidas do quadro
Fonte: Hinault et al. (1988 apud PEQUINI, 2000:5.3)

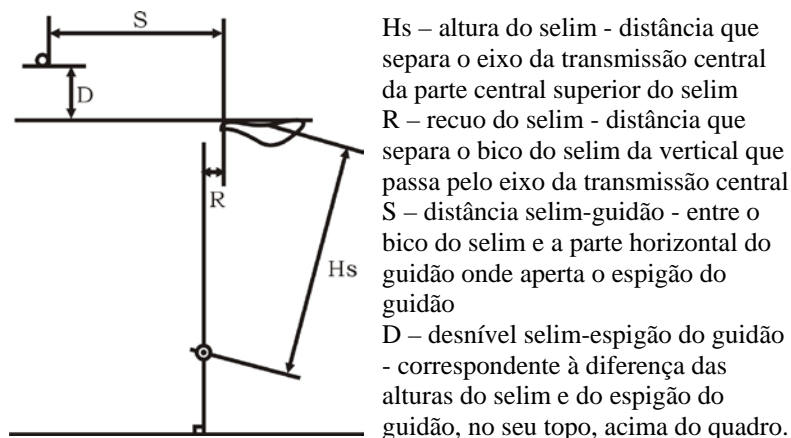


Figura 11– Cálculo da altura do selim

Fonte: Hinault et al. (1988 apud PEQUINI, 2000:5.3)

Além dos ajustes do selim e guidão, mais três variáveis caracterizam a medida da estrutura da bicicleta, a altura do quadro, entre eixos “H”; a inclinação do tubo do selim, “I” e o comprimento do tubo horizontal, entre eixos “L”. Estas medidas podem ser conferidas na Figura 10.

Mas, do ponto de vista de conforto, a altura do selim tem sido a mais apontada como responsável, por isso vem ser esta medida de suma importância, pois, estando acima do recomendado, irá afetar a região lombar da coluna vertebral, e, se estiver abaixo, irá forçar os joelhos, que serão lesionados com o tempo, o que tem ocorrido constantemente com os ciclistas profissionais que se agrava pela intensidade de treinos.

Listamos, a seguir, as formas de dimensionar a bicicleta tendo como parâmetro a bicicleta projetada para uso personalizado a partir de recomendações de pesquisas de vários autores.

Variáveis dimensionais para bicicleta de uso personalizado

Altura do quadro

Para calcular a altura do quadro “H” (Figura 10), multiplica-se a altura do entrepernas (E) (Figura 8) pelo coeficiente 0,65. Este coeficiente pode ser aumentado até 0,66 para os modelos de bicicletas que não sejam necessárias posições aerodinâmicas do ciclista e precisem baixar ao máximo o seu espigão de guidão. Este coeficiente é precisamente igual à medida morfológica da parte superior da rótula até o solo, que foi encontrada pelo campeão em ciclismo Eddy Merckx. (HINAULT et al.,1988).

Altura do selim

Como diz Ambrosini (1990), este tubo deve estar, antes de tudo, em proporção com o comprimento do entrepernas (Figura 8) do ciclista: na bicicleta especial de “ciclo-cross”, o tubo do selim pode ser diminuído em 1 ou 2 cm, a fim de facilitar o freqüente subir e descer imposto pelas irregularidades do terreno.

Da elevação, avanço e inclinação do selim dependem a energia e a agilidade das extremidades inferiores. O ponto isquial deve estar situado a três quartos do selim, a partir da ponta deste.

A altura do selim “Hs” (Figura 11), é calculada pela seguinte fórmula dada por Hinault et al. (1988), a partir do entrepernas “E”: $H_s = 0,885 \times E$; essa altura representa o máximo possível e está de acordo com as noções do ciclismo atualmente, que conjuga a força com a facilidade de movimentos e corresponde sensivelmente à otimização ergonômica dos esforços, na maioria dos casos. Aos iniciantes aconselha-se a elevar o selim pouco a pouco, durante vários meses, a fim de que os tendões e os músculos se adaptem progressivamente. Esta fórmula, segundo Burke (1994:6), foi determinada por Cyrille Guimard, o treinador de LeMond usando teste de túnel de vento e de força, e ficou evidenciado a eficiência desta fórmula para os ciclistas que participaram do experimento realizado por Pequini (2005) quando a autora buscava levantar níveis e dor e desconforto relacionados à altura do selim e posição do guidão.

Holmes et al. (apud BURKE, 1994:6) recomendam que a altura correta do selim para um indivíduo com dor nos joelhos deve permitir uma flexão de 25 a 30 graus de perna estendida quando o pedal estiver embaixo, no ponto morto (Figura 12). Este ângulo é medido entre a coxa e a perna, com o joelho levemente flexionado. Isto permite descompressão, evitando danos na parte anterior do joelho.

Além do uso da fórmula, as sensações devem servir de guia também, pois é conveniente não adotar logo uma altura de selim determinada, mas ir aumentando aos poucos até chegar à medida definitiva para uma perfeita adaptação.

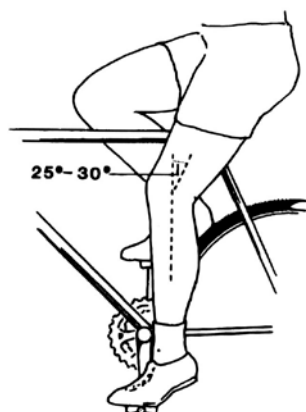


Figura 12– Ângulo da perna
recomendado para altura do selim
Fonte: Holmes et al. (apud BURKE, 1994:6)

Inclinação do tubo do selim

Segundo Ambrosini (1990), a inclinação do tubo do selim com relação à linha horizontal deve ser normalmente 72°. Aumentando de 0,5° a 1,5°, ou seja, diminuindo o ângulo, pode ser obtida uma posição mais cômoda e o pedalar mais ágil, o que não obriga a inclinação em excesso sobre o guidão. Se se tratam de trajetos exclusivamente em subidas, convém diminuir a inclinação, ou seja, aumentar o ângulo, não devendo, no entanto, ultrapassar 74°. É colocar-se mais à frente da bicicleta, pedalando com mais força que agilidade, que só é permitido, naturalmente, se a pista não for muito comprida e o percurso totalmente em subida.

Concluímos que, com maior inclinação e ângulos menores, obtêm-se agilidade e comodidade para correr; e com menor inclinação e ângulos maiores, diminui-se a agilidade e aumenta-se a força;

Hinault et al. (1988) diz que se pode obter a inclinação do tubo do selim “l” (Figura 13), medida que é fundamental na geometria do quadro, a partir do centro da transmissão central. Traçam-se dois círculos, um de raio H , altura do quadro, o outro de raio H_s , altura do selim; traça-se a vertical da transmissão central. Traçar uma reta paralela a esta vertical, à distância do recuo do selim mais meio comprimento do selim “ r_s ”; determinar o ponto de encontro desta reta com o grande círculo (r_{s1}) e unir este ponto ao centro da transmissão central; a reta que une o centro da transmissão central ao ponto médio de selim, corta o pequeno círculo no ponto de encontro dos eixos do tubo do selim e do tubo horizontal (pa). Basta, então, medir selim (l).

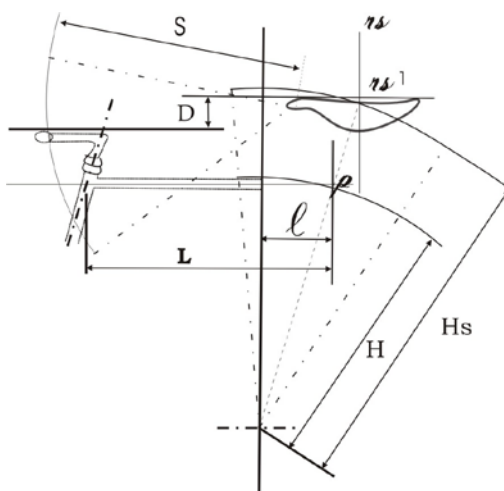


Figura 13 – Cálculo da inclinação do tubo do selim.
Fonte: Hinault et al. (1988)

Recuo do selim

A experiência de grandes ciclistas mostra que, no ciclismo, é mais rentável pedalar mais atrás, com um significativo recuo do selim, do que com um selim avançado: é mais fácil impelir o pé para frente na passagem do ponto morto superior e puxá-lo para trás no ponto morto inferior, o que regulariza a pedalada, aumentando a continuidade da força exercida sobre o pedal. (Hinault et al. 1988)

Comprimento do tubo horizontal

Obtém-se esta medida somando-se o comprimento do tronco com o comprimento do braço. O Quadro 1 mostra o comprimento do tubo horizontal de acordo com a soma das medidas do tronco e do braço (primeira coluna), conforme variáveis antropométricas apresentadas nas Figuras 3 e 7. Na segunda coluna, de acordo com o resultado da soma dos comprimentos do tronco com o braço, obtém-se o comprimento do tubo horizontal do quadro da bicicleta.

Segundo dados de Hinault et al. (1988), o comprimento do tubo horizontal pode ser obtido com quadros de diferentes comprimentos, porque se pode variar a medida do espigão (mesa) do guidão e utilizar uma forma através do desenho para obter esta medida: colocar o selim e o tubo respectivo, de acordo com o desenho (Figura 13); traçar o círculo com o centro

situado no bico do selim e de raio “S”; traçar a horizontal situada à distância “D” da linha superior do selim; a seção do guidão é o pequeno círculo tangente à reta “D” e ao círculo “S”, desenhar o espigão do guidão com o comprimento desejado (ver Quadro 1 2); e traçar a linha de eixo do tubo de testa, que encontra a linha de eixo do tubo horizontal no ponto desejado. O comprimento “L” assim obtido pode ser aumentado 1 ou 2 cm.

Quadro 1 – Comprimento do tubo horizontal quadro. Fonte: Ambrosini (1990)

Soma do comprimento do tronco com o braço.	Comprimento do tubo horizontal de acordo com o resultado da soma dos comprimentos do tronco com o braço
100	53
101	53,4
102	53,8
103	54,1
104	54,4
105	54,7
106	55
107	55,3
108	55,6
109	55,9
110	56,2
111	56,5
112	56,8
113	57,1
114	57,4
115	57,7
116	58
117	58,3
118	58,6
119	58,8
120	59
121	59,2
122	59,4
123	59,6
124	59,8
125	60

Quadro 2 - Comprimento do quadro e do espigão Fonte: Hinault et al. (1988)

Comprimento do quadro	Comprimento do espigão do guidão
46 cm	8 a 10 cm
48 cm	9 a 11 cm
50 cm	9,5 a 12 cm
52 cm	10 a 12 cm
54 cm	10,5 a 13 cm
56 cm	11 a 13,5 cm
58 cm	11,5 a 14 cm
60 cm	12 a 14 cm

Largura do guidão

A largura do guidão deve corresponder à dos ombros (Figura 14), já que, se o guidão for demasiado estreito, dificultará a respiração, e, se é demasiado largo, a eficiência será menor devido à fadiga muscular resultante do esforço para manter os braços por um longo período mais abertos que a largura dos ombros.

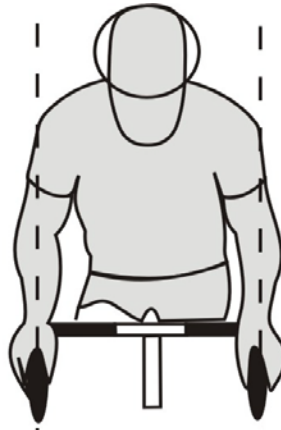


Figura 14 – Largura do guidão.
Fonte: Porte (1996)

Inclinação do tubo da direção

Chama-se de direção ao conjunto construído pelo garfo dianteiro, o tubo do eixo e o guidão. Esta parte é da maior importância, não só porque sua função principal consiste em conservar o equilíbrio e a estabilidade, mas por ser também a que primeiro recebe os tombos produzidos pela estrada. Segundo os especialistas, é imprescindível que este conjunto satisfaça plenamente todas as exigências de estabilidade, flexibilidade de direção e resistência. A bicicleta possui estabilidade quando se pode conduzir facilmente sem usar as mãos.

Normalmente, a inclinação do tubo da direção é igual à do tubo do selim. Aumentando a inclinação, haverá mais elasticidade, segurança de direção, estabilidade na postura etc., ainda que o rendimento mecânico seja menor. Diminuindo a inclinação, minimiza-se a estabilidade, se nota mais as vibrações, apesar de que se consegue maior rapidez de saída. (AMBROSINI, 1990)

Comprimento do pedivela

O pedivela é a alavanca com que o ciclista move a bicicleta. É de liga leve e pode ter comprimentos diferentes sendo fixada por um montante quadrado.

Geralmente se utilizam pedivelas de 17 cm, já que um comprimento maior pode chegar a produzir dores articulares, e, sobretudo, não permite um pedalar suave.

Ambrosini (1990) afirma que, quanto mais comprido o pedivela, menor será a força que se deve realizar sobre os pedais para vencer a resistência, já Vespini (s/d) diz que um comprimento maior pode chegar a produzir dores articulares e, sobretudo, não permite um pedalar suave. Porém não têm sido observados resultados deste tipo por utilização de pedivelas mais compridos. Os pedivelas mais curtos favorecem a velocidade, já os mais

compridos favorecem a força, tanto que os corredores *sprinters*, com a finalidade de ganhar velocidade, optam às vezes por pedivelas mais curtos, como os de 16,5 mm.

O comprimento do pedivela tem dois limites que não podem ser ultrapassados: a distância aproximadamente de 9,5 cm em estrada e 10 cm em pista, que deve existir, sempre, entre o pedal e o piso, para evitar choques e quedas nas inclinações – não seria aconselhável, com o mesmo fim, levantar o centro da transmissão central já que viria a diminuir a estabilidade da bicicleta. Aumentando em um centímetro os pedivelas, o joelho aumenta seu trajeto de cima até embaixo. Se o aumento é de dois centímetros, a ponta do pé aumenta sua circunferência de 6,28 cm e o tornozelo quase outro tanto igual a este, o que resulta nas seguintes consequências:

1. A angulação da coxa que, levantando-se, se flexiona sobre o abdômen e se reduz demasiadamente, comprimindo a zona inguinal e resultando no estiramento e dor dos músculos extensores da coxa. Para evitar em parte este inconveniente, tende-se a levantar o tronco, porém desta forma prejudica-se o aerodinamismo da posição.
2. Ao descer, o ângulo da coxa, que se estende até a pelvis, se amplia demasiadamente, com estiramento dos músculos fletores e da zona inguinal.
3. A excessiva circunvalação do pé e o jogo demasiado amplo do tornozelo diminuem a agilidade do pedalar até romper, a ritmo veloz, sua harmonia e estirar e adormecer os músculos da perna e do pé.

“É conveniente que os pedivelas sejam menores que a metade do comprimento da coxa” como sugere Ambrosini (1990).

O Quadro 3 apresenta o comprimento dos pedivelas de acordo com a medida do entrepernas do ciclista:

Quadro 3 – Comprimento dos pedivelas. Fonte: Ambrosini (1990)

Entrepernas (cm)	Pedivelas (cm)
Até 83	16,5
Até 84	16,6
Até 85	16,7
Até 86	16,8
Até 87	16,9
De 88 a 93	17
Até 94	17,1
Até 95	17,2
Até 96	17,3
Até 97	17,4
De 98 em diante	17,5

Altura do centro do eixo da transmissão central

A altura do centro do eixo da transmissão central deve ser aumentada ou diminuída em relação ao maior ou menor comprimento dos pedivelas. Ao se considerar pedivelas de 17 cm, o ideal é de 26,5 cm. É conveniente que tenha 27 ou 27,5 cm na bicicleta de pista, ou seja, para permitir o emprego de pedais mais longos que os normais em pistas com curvas altas e as

destinadas à corrida de “ciclo-cross” com o fim de reduzir o perigo de choques dos pedais e da caixa do eixo da transmissão central contra obstáculos do terreno. “Na bicicleta para corrida alguns corredores têm a tendência de abaixar o eixo da transmissão central com a ilusão de suavizar: a única vantagem, ainda que, mínima, será de ganhar maior estabilidade, porém, aumenta a possibilidade dos pedais tocarem o solo quando realizam as curvas.” (AMBROSINI, 1990)

Comprimento, inclinação e curvatura dos garfos

1. Garfo dianteiro

Este garfo tem em média 38,5 cm, mede-se desde a borda inferior do garfo ao centro de sua cabeça superior. Em bicicletas de corridas, costumam ser mais compridos para evitar que a cabeça fique obstruída por barro e são mais curtos nas bicicletas de pista. A inclinação do tubo é a mesma do tubo da direção, este, por sua vez, de um modo geral, é paralelo ao tubo do selim.

A curvatura do garfo dianteiro está relacionada com os resultados que se quer obter: um garfo dianteiro com uma curva de arco absorve melhor as irregularidades da estrada. [...] uma curvatura responde melhor nas subidas, [...] um ângulo de caída facilita a estabilidade da bicicleta e é adequada para as descidas. (Vespini, s/d) (Figuras 15 a 19)



Figura 15 – Ângulo de caída Fonte: Vespini. (apud PEQUINI, 2000)

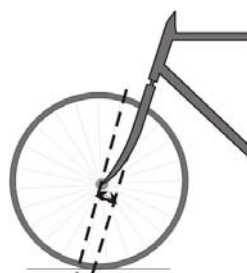


Figura 16 – Curva do arco do garfo dianteiro. Fonte: Vespini (apud PEQUINI, 2000)



Figura 17 – Ângulo de caída positivo. Fonte: Vespini (apud PEQUINI, 2000)



Figura 18 – Ângulo de caída negativo. Fonte: Vespini (apud PEQUINI, 2000)



Figura 19 – Ângulo de caída neutro. Fonte: Vespini (apud PEQUINI, 2000)

As varas dos garfos, de um modo geral, são cônicas e curvadas para oferecer certa flexibilidade – suspensão – ao conjunto de garfos, porém alguns ciclistas e fabricantes têm prescindido desta característica. As varas totalmente retas e cônicas, passaram, então, para as bicicletas de montanha, contudo aumentando consideravelmente o diâmetro, conseguindo

assim uma maior rigidez ao conjunto, pois, esse tipo de bicicleta tem que suportar mais impactos e o garfo curvo não suporta impactos por serem mais frágeis. (VESPINI, s/d)

2. Garfo traseiro

Tem aproximadamente 45 cm e, se diminuído, pode aumentar a velocidade, porém prejudicará a estabilidade da bicicleta, principalmente nas descidas. (AMBROSINI, 1990)

Ângulos e ajustes do guidão

Para esta referência, adotamos as recomendações dos ângulos citados por Dreyfuss (1966:Q), tendo em vista que considera os ajustes que atendem do percentil 2,5 feminino ao percentil 97,5 masculino, conforme aparece a seguir nas Figuras 20 e 21.

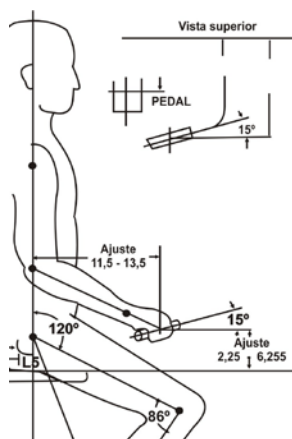


Figura 20– Postura assumida em bicicleta tradicional.
Fonte: Dreyfuss (1966)

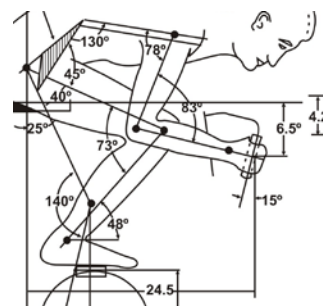


Figura 21– Postura assumida em bicicleta aerodinâmica. Fonte: Dreyfuss (1966)

Ressaltamos, mais uma vez, que todas as referências antropométricas aqui recomendadas servem como base para o desenvolvimento dos desenhos iniciais da geração de alternativas. A alternativa selecionada deverá ser testada e validada a partir da construção de modelos de teste para os ajustes necessários como recomendado exhaustivamente na metodologia de desenvolvimento de produtos.

Referências

AMBROSINI, C. **La técnica del ciclismo**. Barcelona: Ed. Hispano Europea, 1990.

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.

CORLETT, Nigel; WILSON, John; MANENICA, Ilija. **The ergonomics of working postures**. London: Taylor & Francis, 1986.

DREYFUSS, Henry. **The measure of human factors in design**. USA: ZND, 1966.

HINAULT, Bernard; GENZLING, Claude. **Ciclismo de estrada**. Lisboa: Editorial Presença, 1988.

IMAMURA, S.T., KAZIYAMA, H.H.S., IMAMURA, M. **Lombalgia**. Rev.Med. São Paulo, n. 80 p. 375-90, 2001.

MANDAL, A. C. Investigation of the lumbar flexion of office workers. In: CORLETT; WILSON. *The Ergonomic of working postures*. London London: Taylor e Francis, 1984, cap. 30, p. 345-354.

MELLION M. B. **Neck and back pain in bicycling**. Ad: Sports Medicine Center, Omaha, Nebraska. Clin Sports Med; 13(1):137-64, 1994 Jan.

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; PEQUINI, Suzi. **Ergonomia e usabilidade**. Salvador: UNEB, 2004.

NORET, A.; BAILLY, L. **El ciclismo: aspectos técnicos y médicos**. Barcelona: Hispano Europea, 1991.

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 (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). FAU/USP, São Paulo, 2000.

PEQUINI, S. Mariño. **Ergonomia aplicada ao design de produtos: Um estudo de caso sobre o design de bicicletas**. 2005. Tese (Doutorado) FAU/USP, São Paulo, 2005.

PORTE, Gérard. **Guía general del ciclismo**. Madrid: Ed. Tutor, 1996.

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.

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.

VESPINI, Jean-Paul. **Manual tutor del ciclismo**. Madri: Tutor, s/d.