

11 UM ESTUDO DE CASO EM DESIGN DE PRODUTO: A BICICLETA

11.1 Morfologia da bicicleta

A morfologia da bicicleta apresenta-se com uma estrutura básica semelhante mesmo quando de diferentes estilos. Na Figura 11.1, apresentamos as partes que compõem as bicicletas em geral e algumas partes específicas de algumas categorias, pois os componentes apresentados não são comuns a todos os tipos de bicicletas.

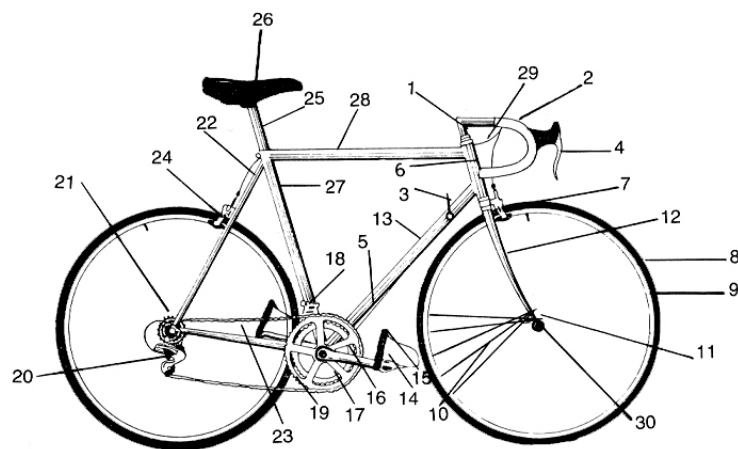


Figura 11.1 – Partes da Bicicleta
Fonte: Angeli (apud PEQUINI, 2000:4.1)

- | | | |
|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1. Espigão (mesa ou avanço) | 11. Cubo | 21. Roda livre |
| 2. Guidão | 12. Garfo | 22. Garfo posterior |
| 3. Alavanca do câmbio | 13. Tubo oblíquo | 23. Vara posterior |
| 4. Manete do freio | 14. Pedal | 24. Freio posterior |
| 5. Cabo do freio | 15. Firma-pé | 25. Canote do selim |
| 6. Tubo da direção | 16. Pedivela | 26. Selim |
| 7. Freio dianteiro | 17. Coroas | 27. Tubo vertical |
| 8. Pneu | 18. Desviador | 28. Tubo horizontal |
| 9. Aro | 19. Corrente | 29. Cabo do freio |
| 10. Raios | 20. Câmbio posterior | 30. Alavanca de blocagem rápida |

O quadro da bicicleta merece um comentário à parte, pois este se constitui na “coluna vertebral” da bicicleta, nele se fixam todas as outras partes. Caracteriza-se pelo seu peso que deve ser leve e, ao mesmo tempo, rígido. Suas qualidades mecânicas dependem dos materiais de que é feito e das tecnologias de fabricação utilizadas. O quadro determina o tamanho da bicicleta e a forma, e suporta todos os acessórios. Do quadro depende também grande parte do rendimento do conjunto (HINAULT et al.; NORET et al. apud PEQUINI, 2000:4.2).

O quadro deve apresentar maior rigidez junto às uniões, pois é onde ocorrem as solicitações mecânicas mais importantes. O centro da transmissão sofre, em particular, esforços consideráveis, sobretudo quando o ciclista se levanta do selim. Apesar dos enormes progressos realizados nos quadros colados, de alumínio ou em fibra de carbono, são ainda os quadros em aço os mais rígidos na zona da transmissão central.

O quadro representa cerca de um quarto do peso da bicicleta. Como foi dito, o quadro ideal deve ser leve, porém o peso do quadro passa a ser favorável nas descidas, aumentando a estabilidade da bicicleta. Já, em pistas de velocidade, o que favorece é a rigidez, proporcionando um melhor comportamento da máquina. Hinault et al. (apud PEQUINI, 2000), ressalta que “[...] o ciclista que desce uma encosta ‘sente’ melhor uma bicicleta um pouco mais pesada do que uma bicicleta demasiado leve”.

O quadro é composto por três tubos unidos entre eles pelos extremos por meio de solda simples ou com cachimbos soldados (Fig. 11.2).

1. Tubo do selim;
2. Tubo horizontal;
3. Tubo oblíquo;

Compreende também:

4. O jogo da transmissão central;
5. O jogo de direção;
6. O garfo posterior;
7. O garfo anterior;

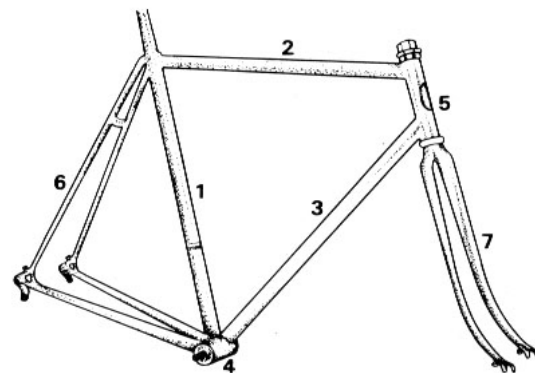


FIGURA 11.2 Partes do quadro
Fonte: Noret et al. (apud PEQUINI, 2000:4.2)

11.2 Análise morfológica de bicicletas brasileiras: Tradicionais e Aerodinâmicas

De acordo com análise realizada com os fabricantes brasileiros de bicicletas verificamos que há uma semelhança no que diz respeito aos modelos. Do ponto de vista postural, foram detectados basicamente dois tipos: um que induz o usuário a assumir uma postura com o tronco em flexão e outro que o induz o usuário a assumir uma postura com o tronco ereto.

Essas posturas são determinadas pela posição e altura do guidão e do selim, ou seja, quando o guidão está mais alto ou mais baixo que o selim ou mais distante ou mais próximo que o selim.

Selecionamos os três maiores fabricantes brasileiros de bicicletas, tendo em vista que estes têm linhas que atendem a todos os modelos do mercado.

São fabricadas bicicletas dos tipos *Mountain Bike* (Montanha), *Speed* (Esportiva), Passeio e Transporte, sendo que, na maioria das vezes, as *Mountain Bikes* e Esportivas são as que induzem o usuário a assumir uma postura com o tronco em flexão a que chamamos neste trabalho de “postura aerodinâmica”, e as de Passeio e Transporte, que propiciam uma postura a que chamamos, neste trabalho, de “postura tradicional”.

Esta pesquisa sobre a morfologia das bicicletas foi realizada pela Internet.

Para esta análise, selecionamos os três fabricantes de bicicletas, Caloi, Monark e Sundown, pelo fato de serem considerados os de maior escala de produção. Estes fabricantes produzem os modelos acima citados nas proporções apresentadas no Quadro 11.1. Para a análise morfológica, foram selecionados alguns modelos das quatro categorias encontradas, *Mountain Bike* (Montanha), *Speed* (Esportiva), Passeio e Transporte, tendo em vista a similaridade das características de alguns modelos. Ressaltamos que as informações registradas foram retiradas dos sites das referidas indústrias por cuja veracidade não nos responsabilizamos.

Quadro 11.1 – Quantidade de modelos bicicletas por categorias dos fabricantes: Caloi, Monark e Sundown. Fonte: Caloi; Monark; Supero (2005)

Fabricante/ Categoria	CALOI	MONARK	SUNDOWN	TOTAL	PERCENTUAL
<i>Mountain Bike (Montanha)</i>	11	4	19	34	61,8%
<i>Speed (Esportiva)</i>	1	-	2	3	5,5%
<i>Passeio</i>	6	1	-	7	12,7%
<i>Transporte</i>	5	4	2	11	20%
TOTAL	23	9	23	55	100%

Foi selecionado um modelo de cada categoria para apresentarmos a morfologia podendo todos os modelos das categorias e dos fabricantes serem conferidos no Apêndice K deste trabalho.

1ª Categoria: **Mountain Bike** (Montanha)



Figura 11.3 – Bicicleta Caloi, Modelo MTB FRONT – Elite Pro 27 v
 Fonte: Caloi (2005)

Fabricante	Caloi
Modelo	MTB FRONT – Elite Pro 27 v
Quadro	alumínio 6061 - T6 tratado com ponteira para freio a disco e removível, com rabeira snake, com reforço gusset e com novo cabeçote super oversize
Garfo / susp. Dianteira	JUDY TT 80 mm preto pernas em alumínio (one piece) com regulagem de esforço
Guidão	MTB curvo em alumínio
Ajuste do Guidão	Sem Ajustes
Suporte do guidão	aheadset em alumínio
Movimento de direção	MTB oversize aheadset semi-integrado e reforçado
Manopla	Kraton
Pedivela	Shimano Deore 175 mm
Corrente	Shimano HG
Freio	Shimano Deore V-Brake
Pedal	com firma-pé
Cubo dianteiro	Shimano Deore com quick release
Cubo traseiro	Shimano Deore com quick release
Raios	Aço inoxidável
Aros	parede dupla 36 furos mais leve
Pneus	26" x 1,95
Selim	Caloi gel lookin "by Selle Royal"
Ajustes do selim	Mínimo: 65 cm Máximo: 77 cm
Canote do selim	alumínio
Abraçadeira do selim	alumínio com quick release
Alavanca de freio	Shimano integrada
Alavanca de câmbio	Shimano Deore
Câmbio dianteiro	Shimano Deore
Câmbio traseiro	Shimano Deore 9 velocidades
Cassete/roda livre	Shimano Deore 9 velocidades (CS)
Movimento central	Shimano blindado
Número de marchas	27 velocidades
Tamanho	16" / 18" / 20"
Peso	12,6 kg (18")
Valor aproximado	Não encontrado

2ª Categoria: **Speed** (Esportiva)



Figura 11.4 – Bicicleta Caloi, Modelo ROAD - STRADA 16V
 Fonte: Caloi (2005)

Fabricante	Caloi
Modelo	MTB FRONT – ASPEN PRO 21V - SUSPENSION
Quadro	Alumínio 6061 T6 com cabeçote integrado oversize e design sloping
Garfo / susp. Dianteira	Pernas em alumínio blade type com canote em cromoly oversize
Guidão	Alumínio com 430 mm
Ajuste do Guidão	Sem ajustes
Suporte do guidão	Alumínio preto com Caloi em laser logo modelo aheadset com 110 mm de extensão oversize
Movimento de direção	Aheadset integrado em alumínio oversize
Manopla	Tape gel
Pedivela	Shimano SoraFC-3300 52 x 39 dentes com 175 mm
Corrente	Shimano CN - HG 50
Freio	Shimano Sora BR 3300 caliper
Pedal	Corpo em nylon com cage em alumínio com firma-pé
Cubo dianteiro	Shimano Sora HB - 3300 qr 32 furos com quick release
Cubo traseiro	Shimano Sora FH - 3300 qr 32 furos com quick release
Raios	Aço inoxidável
Aros	Alumínio tipo Aero 32 furos parede dupla
Pneus	Paperlite plus 66 TPI, RW 700 x 23 C
Selim	Caloi gel "by Selle Royal
Ajustes do selim	Mínimo: 58 cm Máximo: 70 cm
Canote do selim	Alumínio
Abraçadeira do selim	Alumínio
Alavanca de freio	Shimano Sora ST-3300
Alavanca de câmbio	Shimano integrada
Câmbio dianteiro	Shimano Sora FD-3300
Câmbio traseiro	Shimano Sora RD-3300 SS
Cassete/roda livre	Shimano Sora CS HG50 8 speed 12 - 23 dentes
Movimento central	Shimano selado
Número de marchas	16 velocidades
Tamanho	p / m / g
Peso	10,2 kg (m)
Valor aproximado	US\$ 766,28

3ª Categoria: Passeio



Figura 11.5 – Bicicleta Caloi, Modelo EASY RIDER 21V
 Fonte: Caloi (2005)

Fabricante	Caloi
Modelo	EASY RIDER 21V
Quadro	Quadro city bike em alumínio 6061 T6
Garfo / susp. Dianteira	Alumínio com suspensão de 50 mm de curso para aro 700c
Guidão	Alumínio curvo
Ajuste do Guidão	Sem ajustes
Suporte do guidão	Aheadset em alumínio
Movimento de direção	Oversize
Manopla	Kraton
Pedivela	Tripla Shimano 170 mm
Corrente	KMC indexada
Freio	V-Brake em alumínio
Pedal	Pedal comfort
Cubo dianteiro	Alumínio com quick release
Cubo traseiro	Alumínio com quick release
Raios	Aço inoxidável
Aros	Alumínio 700 c
Pneus	700 preto
Selim	Caloi comfort gel lookin "by Selle Royal"
Ajustes do selim	Mínimo: 63 cm Máximo: 74 cm
Canote do selim	Alumínio
Abraçadeira do selim	Alumínio com quick release
Alavanca de freio	Shimano integrada
Alavanca de câmbio	Shimano EZ fire plus
Câmbio dianteiro	Shimano TY32
Câmbio traseiro	Shimano TX 50 7 velocidades
Cassete/roda livre	Shimano 7 velocidades (RL)
Movimento central	Semi-blindado
Número de marchas	21 velocidades
Tamanho	18"
Peso	15,5 kg
Valor aproximado	U\$ 383,14

4ª Categoria: **Transporte**



Figura 11.6 – Bicicleta Caloi, Modelo TRANSPORTE – BARRA FORTE CANTILLEVER
 Fonte: Caloi (2005)

Fabricante	Caloi
Modelo	TRANSPORTE - BARRA FORTE CANTILLEVER
Quadro	Aço carbono
Garfo	Aço carbono
Guidão	Aço carbono cromado
Ajuste do Guidão	Mínimo:
	Máximo:
Suporte do guidão	Aço carbono com extensão cromado
Movimento de direção	Não informado
Manopla	Plástica
Pedivela	Monobloco
Corrente	1/2 x 1/8 – (Grossa)
Freio	Cantilever
Pedal	Plástico com refletor
Cubo dianteiro	Aço
Cubo traseiro	Aço
Raios	Aço
Aros	Caloi alumínio
Pneus	26 x 1/2 x 1.3/4 com faixa
Selim	Caloi 2 molas
Ajustes do selim	Mínimo:
	Máximo:
Canote do selim	Aço Carbono
Abraçadeira do selim	Aço Carbono com parafuso
Alavanca de freio	Plástica
Alavanca de câmbio	Não informado
Câmbio dianteiro	Não informado
Câmbio traseiro	Não informado
Cassete/roda livre	20 dentes
Movimento central	Caixa esfera 45mm
Número de marchas	1 velocidade
Tamanho	18"
Peso	Não informado
Valor aproximado	Não encontrado

Como podemos observar, as bicicletas nacionais, de um modo geral, são de qualidade tecnologia muito boa. Os acessórios usados nas bicicletas são de excelente qualidade, principalmente as das categorias *Mountain Bike* e Esportiva. Observamos também que há uma produção maior em número de modelos de bicicletas do tipo *Mountain Bike* (61,8%) em relação aos modelos, Transporte (20%), Passeio (12,7%) e Esportiva (5,5%), apesar dos dados sobre vendas apresentados pela ABRACILCO, os quais constam do Capítulo nove deste trabalho, mostrarem que são as bicicletas de Transporte responsáveis por 53% das vendas.

Verificamos que a Caloi tem uma preocupação em detalhar os tipos de acessórios que compõem as suas bicicletas e também faz indicação de uso de cada estilo de bicicleta. A Monark procura informar qual a melhor forma de utilização da bicicleta, disponibilizando um Manual de Instruções com detalhes sobre cada parte da bicicleta, assim como nomenclatura técnica. A Sundown disponibiliza o Manual do Condutor Proprietário onde detalha formas de montagem, limpeza etc.

De acordo com as especificações, os modelos de bicicletas *Mountain Bike* e Esportivas apresentam acessórios de melhor qualidade. As bicicletas para transporte e passeio têm seus acessórios de qualidade mais inferior. Isto leva os usuários de poder aquisitivo mais alto a adquirir bicicletas dos tipos *Mountain Bike* e Esportivas, bicicletas que, do ponto de vista postural, os induzem a assumir uma postura com flexão do tronco, ou seja, a postura aerodinâmica, como chamamos neste trabalho. As bicicletas que induzem os usuários a assumir postura com o tronco ereto, ou seja, o que chamamos de postura tradicional, são as bicicletas para transporte e passeio, que, na sua grande maioria, têm acessórios de qualidade inferior, com exceção do modelo Caloi 100 Sport, sendo as outras, portanto, descartadas pelas classes sociais de maior poder aquisitivo.

Tendo em vista os resultados do experimento realizado, quando avaliamos o nível de desconforto em bicicletas dos tipos Tradicional e Aerodinâmica, os quais apresentamos no Capítulo dez, e tendo como resultado a bicicleta que induz o usuário a uma postura ereta, ou seja, tradicional, ter sido escolhida por 100% dos

avaliados como a melhor bicicleta, consideramos de suma importância que sejam fabricadas bicicletas com tais características, ou seja, que induza a uma postura ereta, cujos acessórios se assemelhem aos acessórios das bicicletas dos tipos *Mountain Bike* e Esportiva para que os usuários, ao adquirir uma bicicleta, tenham mais opções de escolha também do ponto de vista postural, pois tais bicicletas, de um modo geral, são menos sofisticadas do que as aerodinâmicas.

Outro fato importante a ser considerado é a análise do ponto de vista antropométrico no que diz respeito à dimensão da bicicleta. Verificamos que, dos 25 modelos detalhados neste trabalho, 36% (9) não indicaram o tamanho da bicicleta; 24% (6) têm a dimensão de 18" (45,72 cm); 8% (2) têm opções em três tamanhos: 16" (40,64 cm), 18" (45,72 cm) e 20" (50,80 cm); 8% (2) têm a dimensão de 19" (48,26 cm); 8% (2) têm opções em duas dimensões: 19" (48,26) e 21" (53,34 cm); 4% (1) têm a dimensão de 16" (40,64 cm) e o restante, 12% (3) indicaram tamanhos nas formas de "único", "P", "M" e "G", o que não nos reporta a que dimensões exatas são oferecidas de forma que possamos relacionar com as dimensões antropométricas dos usuários.

Dos 25 modelos, 60% (15) são da marca Caloi, 20% (5) da marca Sundown e 20% (5) da marca Monark. Dos 15 modelos da marca Caloi, 100% indicam o tamanho da bicicleta, sendo 40% apresentados no tamanho 18" (45,72 cm), 13,3% (2) em três tamanhos, 16" (40,64 cm), 18" (45,72 cm) e 20" (50,80 cm); 13,3% (2), em 19"; 13,3% (2) em dois tamanhos, 19" (48,26) e 21" (53,34 cm), e o restante indicou tamanhos nas formas de "único", "P", "M" e "G", o que não nos reporta à que dimensões exatas, com os já mencionado no parágrafo anterior. Dos 5 modelos da marca Sundown, 80% (4) não indicaram o tamanho e 20% (1) indicaram o tamanho na forma "P" e "M", não nos reportando também a dimensões exatas. Nenhum dos 5 modelos da marca Monark indicou o tamanho da bicicleta.

Ao considerar por modelos, verificamos que, dos 25 que indicaram os tamanhos, só seis dão opção de mais de um tamanho para o mesmo modelo, que são quatro

Mountain Bikes e duas Esportivas. Os modelos de Passeio e Transporte só foram apresentados em um tamanho que foi 16" (40,64 cm) e 18" (45,72 cm)

Ao compararmos as dimensões das bicicletas acima citadas com as recomendações que elaboramos e apresentamos neste capítulo no item 11.3.3 – c, no qual recomendamos vários tamanhos de quadros calculados com base em coeficiente segundo indicação de Hinault et al. (apud PEQUINI, 2000:5.5), para os percentis do 2,5 feminino ao 97,5 masculino, para o qual sugerimos tamanhos de 18", 19", 21" e 23", consideramos que o fato de as bicicletas, principalmente as de Passeio e Transporte só terem opção para um tamanho, na sua maioria o de 18", venha ser prejudicial para os seus usuários. O fato de só ter uma dimensão que é recomendada para indivíduos que têm o tamanho do entrepernas de 68,8 cm, para atender esta variação, é necessário que se tenha bicicletas nos tamanhos que atendam a uma variação de 68,8 cm a 89,7 cm.

Observamos que, para sanar este problema, os usuários maiores usam o artifício de trocar o canote do selim, tubo de fixação do selim ao quadro da bicicleta, por um maior que o original, deixando a bicicleta instável, pois o quadro não está de acordo com o tamanho do usuário, e também pelo fato de aumentar ainda mais a altura do selim e manter o guidão na mesma altura, ou seja, bem mais baixo que o selim, fazendo com que aumente a flexão do tronco.

Um outro fato verificado e que também tem feito os usuários utilizarem o artifício acima citado – aumentar o canote do selim – é que o ajuste do selim das bicicletas apresentadas tem uma possibilidade de variação muito pequena. Para esta etapa, visitamos os distribuidores de bicicletas indicados nos sites das marcas trabalhadas, porém só encontramos disponíveis para venda os modelos *Mountain Bike* e Esportiva, e um modelo de Passeio. As bicicletas encontradas foram: Caloi MTB – Front Elite Pro 21v, Caloi MTB FRONT T TIPE Pro 21v, Caloi MTB FRONT ASÉN Pro 21v Suspension, Caloi MTB FULL SK Pro 21v, Caloi MTB RÍGIDA ASPEN 21v, Caloi ROAD STRADA 16v, Sundown CPLUMBUS 14s, Caloi EASY RIDER 21v, Caloi 100 SPORT 21v Feminina.

Dos modelos encontrados, fizemos a verificação dos ajustes do selim e do Guidão. Quanto ao guidão, só um modelo tem ajuste que é o da Caloi 100 SPORT 21v, tanto a feminina como a masculina. Este ajuste tanto é no sentido vertical como no sentido horizontal, permitindo aos usuários aumentar ou diminuir, não só altura, como também o comprimento do quadro pelo distanciamento ou aproximação do guidão.

Dos modelos encontrados nas lojas, medimos o ajuste mínimo e máximo do selim. Para o ajuste mínimo do selim, recomenda-se a medida de 60,9 cm, porém dos modelos medidos só três possibilitam tal ajuste, ficando todos os outros acima da medida mínima conforme apresentamos no Quadro 11.2. Já para o ajuste máximo em que deveríamos ter a medida 79,4 cm para que se atendesse até o maior percentil masculino, só um dos modelos medidos atende a esta medida, por ter um ajuste que permite aumentar até 82,5 cm. Os modelos restantes têm ajustes máximos nas faixas de 70 cm a 77 cm conforme o Quadro 11.2.

Quadro 11.2 – Variação do ajuste do selim das bicicletas encontradas nas lojas onde realizamos pesquisa de medida.

Modelo da bicicleta	Tamanho da bicicleta	Altura mínima do selim (cm)	Altura máxima do selim (cm)
Caloi – MTB FRONT – Supra 21v Suspesion	19”	65	77
Caloi – MTB FRONT – T TIPE 21v	18”	62	69
Caloi – MTB FRONT – ASPEN 21v Suspesion	19”	54	78
Caloi – MTB FULL – SK 21v	19”	69,5	75
Caloi – Esportiva – Road STRADA 16 v	19”	58	70
Sundown – Esportiva – Columbus 14 s	19”	65	82,5
Caloi – Passeio – EASY RIDER 21v	19”	63	74
Caloi – Passeio – Caloi 100 21v - Feminina	18”	57,5	70,5

No caso de não constar o selim que se ajuste ao máximo necessário, os usuários usam o artifício acima citado, ou seja, trocam o canote do selim por um maior ou, até por falta de conhecimento e orientação, mantêm o selim abaixo do recomendado o que poderá causar-lhes grandes prejuízos osteomusculares aos joelhos, pelo esforço

requerido quando se pedala nesta situação. Pelo fato de, entre as bicicletas analisadas, só uma ter o guidão ajustável, sendo todo o restante com guidão fixo, isto faz com que o selim fique muito alto em relação ao guidão e, dessa forma, até as bicicletas que proporcionariam uma postura ereta tendem a induzir o usuário a uma postura em flexão do tronco quando ele tem que se curvar para alcançar o guidão.

11.3 Recomendações Ergonômicas para o Design de bicicletas

11.3.1 Recomendações ergonômicas aplicadas ao dimensionamento da bicicleta

As recomendações para o design de bicicletas que aqui apresentamos estão baseadas no referencial teórico levantado, assim como no experimento realizado, cujos resultados apresentamos no Capítulo dez, sob título “Análise e discussão da pesquisa”. Utilizamos os dados levantados para elaboração das nossas recomendações, porém só foram utilizados aqueles que consideramos adequados de forma a propiciar o máximo de conforto para os usuários, e aqueles que não estavam de acordo foram descartados.

Ressaltamos que as recomendações aqui elaboradas apenas servem como referência para um primeiro passo ao se desenhar o produto. Estes dados são teóricos e devem ser exaustivamente testados quanto à validade através da elaboração de modelos como indicado no Capítulo sete deste trabalho sobre “Metodologia ergonômica aplicada ao design de produtos”.

Foram levantadas recomendações para a utilização de bicicletas a partir de experimentos científicos realizados por especialistas na área médica, na educação física, fisioterapia etc., assim como foi realizado experimento para que fossem indicadas as bicicletas mais confortáveis, a partir do preenchimento de um questionário que trata de dor e desconforto em várias regiões do corpo.

Dos referidos experimentos científicos consultados, temos as seguintes recomendações:

- **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)**

Segundo Mellion (1994: 139) [...] levantar mais os guidões e reduzir a distância entre o selim e o guidão como foi sugerido antes na discussão sobre o tratamento dos problemas de 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/crítica.

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 deveria estar inclinada nem muito para frente nem muito para trás.

- **Salai et al. (1999:398/400)**

De acordo com Salai et al. (1999:398/400), houve 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.

Conclusões: A incidência e a intensidade da dor na lombar nos ciclistas podem ser reduzidas pelo ajuste adequado do ângulo do selim.

Do outro lado da balança estão as bicicletas de cidade onde uma posição reta (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. [...] é incumbência dos médicos alertar ciclistas e o público em geral dos danos potenciais na lombar de se andar em bicicletas com ajustes inadequados. [...] nossos 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.

Deve-se pedir sempre que os vendedores de bicicleta usem o *fit-kit* (uma tabela usada por alguns fornecedores com recomendações de vários aspectos como altura do selim, distância entre selim e manete de bicicletas específicas) [...] Longas horas podem aumentar a hiperextensão entre a coluna e a pélvis podendo interferir no processo de crescimento (para crianças em crescimento) e produzir futuras dores das costas.

- **Burke (1994:1/3/6)**

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. [...] 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.

[...] 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. [...] lembrar que a bicicleta é ajustável e o ciclista adaptável. A bicicleta deve ser ajustada ao ciclista de maneira que ele precise se adaptar ao mínimo à bicicleta.

Bicicletas de esporte e passeio

Para andar 20 milhas ou mais, [...] as bicicletas de esporte e passeio são moderadamente confortáveis e respondem bem. Elas são a melhor escolha para indivíduos que desejem pedalar por saúde, passeio, mudanças ou clubes de passeio.

Bicicletas de corrida

[...] não são usadas somente por desportistas sérios, mas também são apreciadas por pessoas que buscam bicicletas leves, que gostam de pedalar em grupo, por pessoas que cuidam da saúde e por praticantes de *triathlon*. O quadro é do mesmo tamanho nas bicicletas de esporte e turismo.

Mountain bikes

Nos últimos cinco anos, [...] têm sido as mais procuradas dentre as categorias de bicicletas representando a maioria das vendas. Muitos iniciantes ou pessoas que voltam a praticar o esporte depois de anos parado gostam de *Mountain Bikes* porque são mais fáceis de guiar. As manetes de freio e de mudança de marcha estão no guidão que, juntamente com a posição vertical de pedalar dão ao ciclista melhor controle.

Se alguém pretende andar *off-road* ("fora da estrada"), [...] é a única opção. [...] para usar a bicicleta para pequenas distâncias na rua, de 5 a 10 milhas, estas bicicletas também são boas, mas demonstram ser desconfortáveis em distâncias de 20 milhas ou mais. A posição é ineficiente para longas distâncias.

[...] 20 a 22 polegadas é o tamanho certo. Como nas bicicletas de rua, os tamanhos das *mountain bikes* são determinados pelo comprimento do tubo de assento e alguns modelos têm tubos inclinados que resultam em um tubo de encaixe do selim extremamente curto. Nesses casos, composições menores se adequam a ciclistas maiores. Mellion sugere que o vão entre o garfo e o tubo superior seja entre três e seis polegadas.

Bicicletas híbridas

[...] é o que resulta ao cruzar uma bicicleta *esportiva* com uma *mountain bike*. São normalmente mais toscas que a primeira e mais leves que a segunda. [...] têm entre 18 e 21 velocidades e pneus semilargos que podem ser usados na rua e na sujeira.

[...] são construídas visando conforto com mínimo sacrifício da velocidade. Essas bicicletas se adequam à barra curva ou plana da direção [...] podem ser usadas para passeios de longas distâncias. As barras planas podem ser usadas *off-roads* ou para uso urbano.

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

Lembre-se, entretanto, 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 quando, utilizada a fórmula descrita.

11.3.2 Recomendações de ângulos posturais de conforto biomecânicos na bicicleta

Com base nos resultados do experimento realizado, os quais apresentamos no Capítulo dez, verificamos que houve uma aprovação de 100% dos ciclistas avaliados para as bicicletas que induzem os usuários à postura ereta 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 11.7, considerando inclusive que esta postura também coincide com as recomendações do cirurgião ortopedista americano Keegan (apud MANDAL),

que tirou “Raio X” de indivíduos de perfil em várias posições para avaliação da postura sentada (Figura 11.8). Ele considerou como postura normal a postura cuja flexão do quadril foi de 45° , Figura 11.8 (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 11.8 (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 quando utilizando as bicicletas aerodinâmicas que são apresentadas na análise dos resultados do experimento no Capítulo dez.

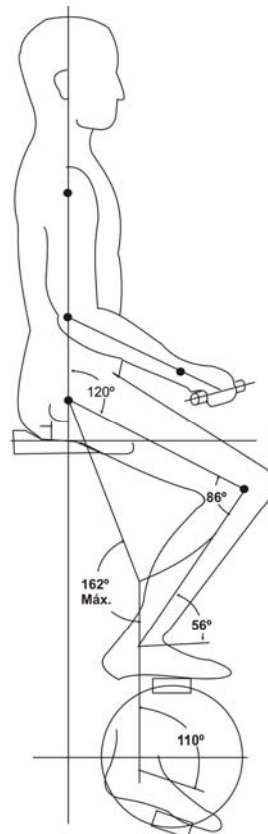


Figura 11.7– Ângulos de conforto biomecânicos recomendados para bicicletas para transporte e lazer.
Fonte: Dreyfuss (1966:Q)

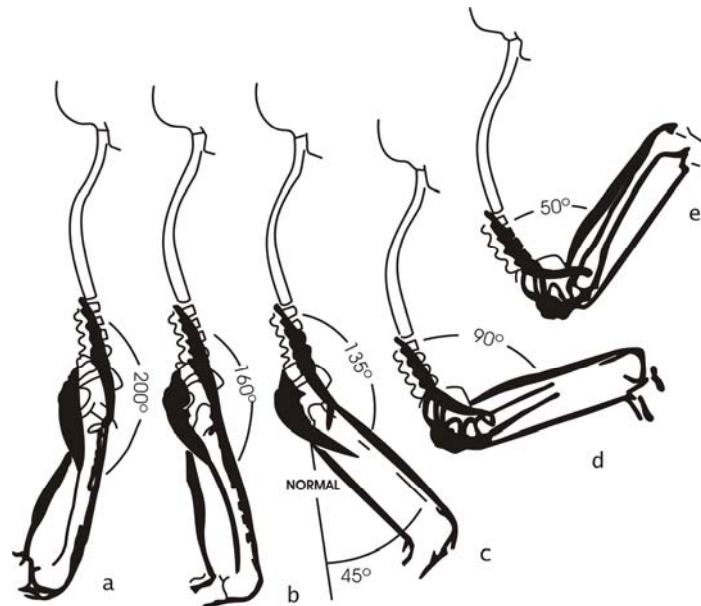


Figura 11.8 – Raios-x de indivíduos de perfil para avaliar ângulos da postura sentada.
Fonte: Mandal (in CORLETT et al., 1986:348)

11.3.3 Recomendações antropométricas aplicadas ao dimensionamento da bicicleta

Como foi dito no Capítulo oito deste trabalho, a adaptação antropométrica aos usuários para o design de produtos é um dos requisitos mais importantes, ao considerarmos que destes requisitos depende o conforto do produto, e que se o produto não atender aos requisitos poderá causar danos aos seus usuários.

Hinault et al. (apud PEQUINI, 2000) 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 levar os usuários a 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 aparecem das Figuras 11.9 a 11.15.

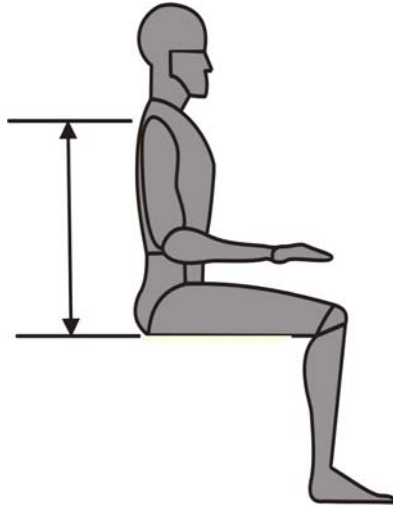


Figura 11.9 – Tronco
Fonte: Pequini (2000:5.1)

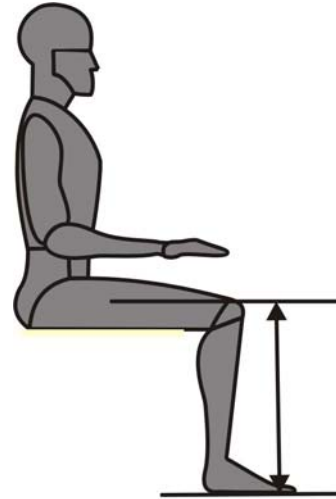


Figura 11.10 – Perna
Fonte: Pequini (2000:5.1)

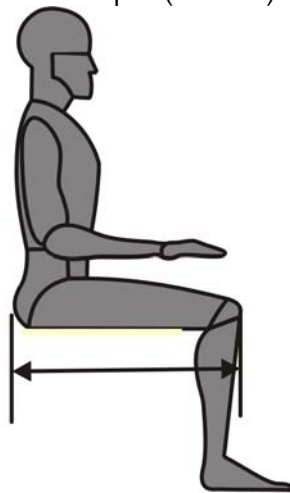


Figura 11.11 – Coxa
Fonte: Pequini (2000:5.2)

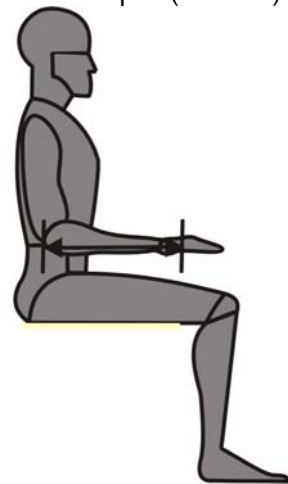


Figura 11.12 – Antebraço
Fonte: Pequini (2000:5.2)

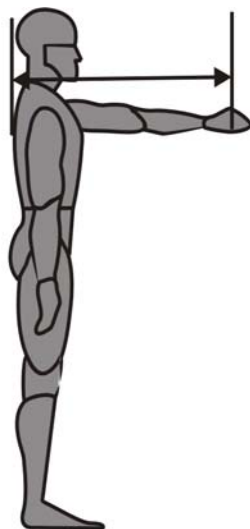


Figura 11.13 – Braço
Fonte: Pequini (2000:5.2)

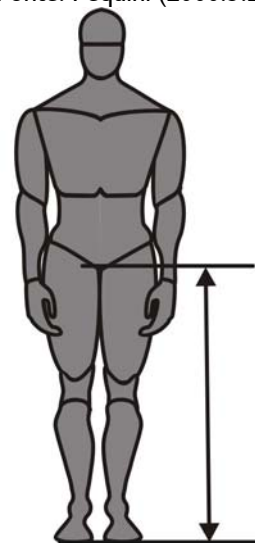


Figura 11.14 – Entrepernas
Fonte: Pequini (2000:5.2)

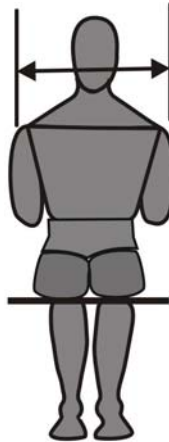


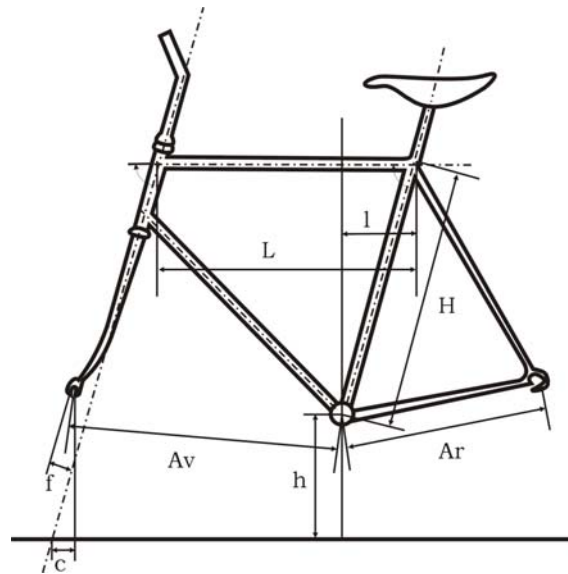
Figura 11.15– Ombros
Fonte: Pequini (2000:5.2)

a – Variáveis dimensionais da bicicleta

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

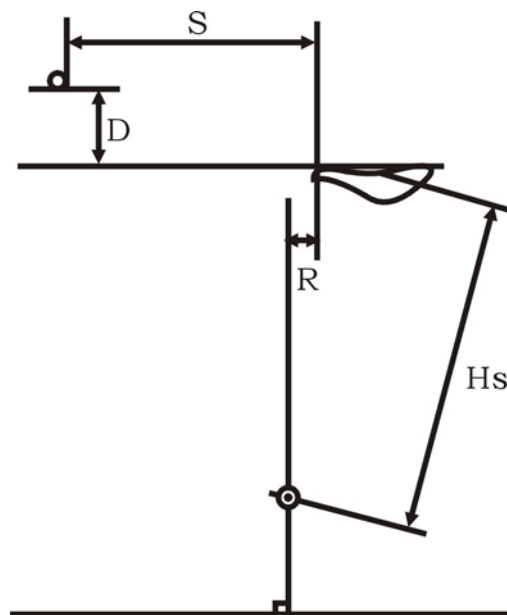
A seguir vem o guidão, que deve estar colocado de maneira que o ciclista possa segurar confortavelmente. Não é possível corrigir uma posição errada do selim, jogando com a posição do guidão.

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 11.16), e as que podem variar, pela escolha do espigão do guidão e pelas regulagens do selim, em altura, recuo ou avanço (Figura 11.17).



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 11.16– Medidas do quadro
Fonte: HINAULT et al. (apud PEQUINI, 2000:5.3)



Hs – altura do selim - distância que separa o eixo da transmissão central da parte central superior do selim
R – recuo do selim - distância que separa o bico do selim da vertical que passa pelo eixo da transmissão central
S – distância selim-guião - entre o bico do selim e a parte horizontal do guidão onde aperta o espigão do guidão
D – desnível selim-espigão do guidão - correspondente à diferença das alturas do selim e do espigão do guidão, no seu topo, acima do quadro.

Figura 11.17– Cálculo da altura do selim
Fonte: HINAULT et al. (apud PEQUINI, 2000:5.3)

A bicicleta, enquanto máquina de pedalar, caracteriza-se principalmente por três medidas de estrutura que podem ser conferidas na Figura 11.16:

- A altura do quadro, entre eixos “H”;
- A inclinação do tubo do selim, “l”;
- O comprimento do tubo horizontal, entre eixos “L”.

Mas, do ponto de vista de conforto, a altura do selim vem a ser também de suma importância, pois, estando acima do correto, irá afetar a região lombar da coluna vertebral, e, se estiver abaixo do recomendado, irá forçar os joelhos, que serão lesionados com o tempo, o que tem ocorrido constantemente com os ciclistas profissionais e se agrava pela intensidade de treinos. Por isso, no nosso experimento, nos concentramos nesta variável dimensional.

Listamos, a seguir, as formas de dimensionar a bicicleta tendo como parâmetro a bicicleta construída para um indivíduo a partir de recomendações de Pequini (2000:5.1/5.14). Estas variáveis dimensionais, a seguir, também são as mesmas quando se trata do projeto de bicicletas para produção em série as quais serão usadas por usuários de diferentes percentis, ou seja, do 2,5 percentil feminino ao 97,5 percentil masculino. Deverá ser feita uma adaptação, de forma que se definam as variáveis dimensionais da bicicleta que sejam ajustáveis, pelos menos as mais importantes. Estas recomendações serão abordadas mais adiante, neste capítulo.

b – Variáveis dimensionais da bicicleta para projetos considerando um indivíduo

- Altura do quadro

A altura do quadro (Figura 11.16) é proporcional à altura do selim, e esta não depende só do comprimento das pernas. As tabelas que fornecem a altura do quadro em função da estatura do ciclista estão inadequadas. Uma outra regra que origina maus resultados: a altura do quadro entre-eixos obter-se-ia subtraindo 25 cm do entrepernas, uma regra baseada numa simples subtração aritmética e não sobre uma proporcionalidade, que é obrigatoriamente inexata porque faz com que se recomende aos corredores de grande estatura quadros exageradamente altos (Hinault et al. apud PEQUINI, 2000:5.4).

Para calcular a altura do quadro, basta multiplicar a altura do entrepernas (E) (Figura 11.14) pelo coeficiente 0,65. Este coeficiente pode ser aumentado até 0,66 para os cicloturistas que não precisam baixar ao máximo o seu espigão de guidão já que não visam objetivos aerodinâmicos. 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. PEQUINI, 2000:5:5)

- Altura do selim

Como diz Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.8), este tubo deve estar, antes de tudo, em proporção com o comprimento do entrepernas (Figura 11.14) 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” é calculada pela seguinte fórmula dada por Hinault et al. (1988), a partir do entrepernas “E”: $Hs = 0,885 \times E$; essa altura representa o máximo possível e está de acordo com as noções do ciclismo moderno, que conjuga a força com a facilidade de movimentos e corresponde sensivelmente à otimização ergonômica dos esforços, na maioria dos casos. Aos que começam, 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 no experimento que realizamos que esta fórmula é eficiente para o cálculo da altura do selim, tendo em vista que 100% dos ciclistas que participaram do referido experimento, consideraram como ideal a altura do selim quando ajustávamos este a partir desta fórmula.

Holmes et al. (apud BERKE, 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 11.18). 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 e também ponto morto na base, embaixo do giro do pedal.

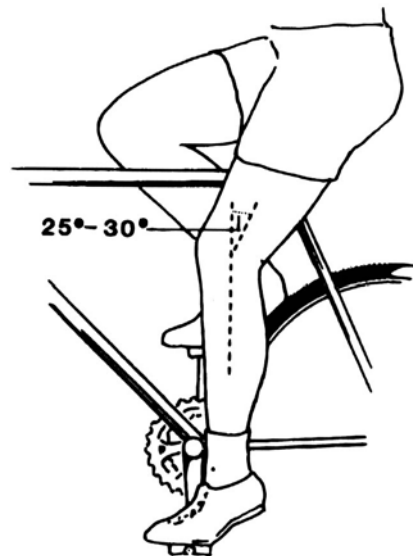


Figura 11.18– Ângulo da perna
recomendado para altura do selim
Fonte: Holmes et alli (apud BERKE, 1994:6)

As sensações devem servir de guia, pois é conveniente não adotar logo uma altura de selim determinada.

- Inclinação do tubo do selim

Segundo Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.5), a inclinação do tubo do selim com relação à linha horizontal deve ser normalmente 72° . Aumentando de $0,5^\circ$ a $1,5^\circ$, 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.

Concluimos 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. (apud PEQUINI, 2000:5.6) diz que se pode obter a inclinação do tubo do selim “I” (Figura I.19), 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 “rs”; determinar o ponto de encontro desta reta com o grande círculo (rsI) 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 I.

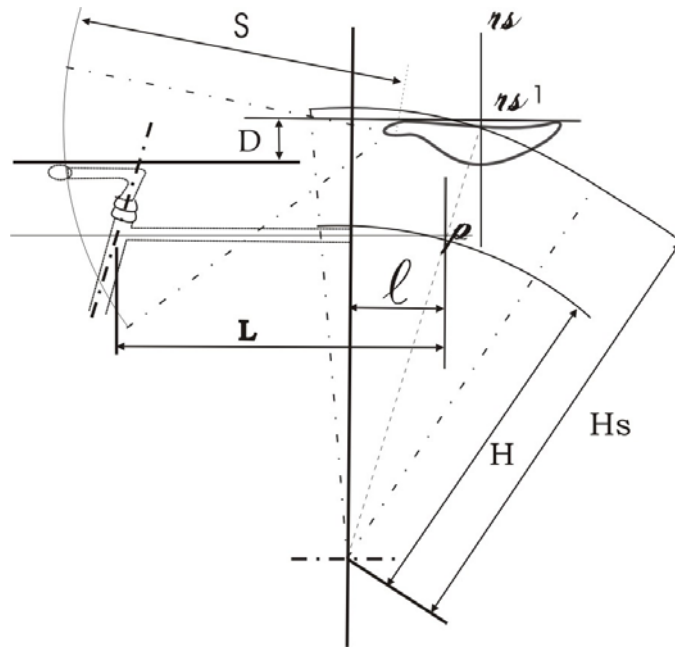


Figura 11.19 – Cálculo da inclinação do tubo do selim.
Fonte: HINAULT et al. (apud PEQUINI, 2000:5.3)

- 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. apud PEQUINI, 2000:5.9)

- Comprimento do tubo horizontal

Obtém-se esta medida somando-se o comprimento do tronco com o comprimento do braço. O Quadro 11.3 mostra o comprimento do tubo horizontal de acordo com a soma das medidas do tronco e do braço (1ª coluna), conforme variáveis antropométricas apresentadas nas Figuras 11.9 e 11.13. 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.

Quadro 11.3 – Comprimento do tubo horizontal quadro.
 Fonte: Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.7)

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

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 11.19); 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 11.4); 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 11.4 - 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 11.20), já que, se o guidão for demasiado estreito, dificultará a respiração, e, se é demasiado largo, a eficiência será menor devido á fadiga muscular resultante do esforço para manter os braços por um longo período mais abertos que a largura dos ombros.

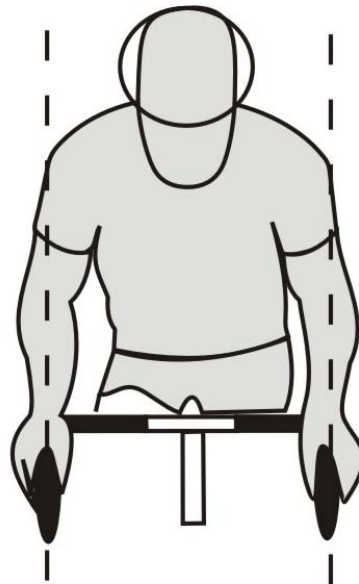


Figura 11.20– Largura do guidão.
Fonte: Porte (apud PEQUINI, 2000)

- 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, pelo que não deixa de existir um certo paralelismo entre ambas. 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 apud PEQUINI,2000:5.10).

Segundo Glaskin (apud PEQUINI,2000:5.10), os quadros favoritos para os modelos de todos os terrenos têm um ângulo de direção de uns 72°, com uma inclinação de 5 cm.

- 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. Os *sprinters*, com a finalidade de ganhar velocidade, optam às vezes por pedivelas mais curtas, de 16,5 cm.

Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.11) afirma que, quanto mais comprido o pedivela, menor será a força que se deve realizar sobre os pedais para vencer a resistência, já Vespini (apud PEQUINI, 2000:5.11) 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 compridas. 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 curtas, como os de 16,5 mm.

O comprimento do pedivela, continua Ambrosini, 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 conseqüências:

- I. 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”, sugere Ambrosini.

O comprimento dos pedivelas deve ser de acordo com a medida do entrepernas (E), ou pode também variar com o resultado requerido, mais força ou mais velocidade, ou seja, os pedivelas mais curtos favorecem a velocidade, já os mais compridos favorecem a força.

Quadro 11.5 – Comprimento dos pedivelas
Fonte: Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.12)

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

I. 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 apud PEQUINI, 2000:5.13) (Figuras 11.21 a 11.25)



Figura 11.21– Ângulo de caída
Fonte: Vespini
(apud PEQUINI, 2000)

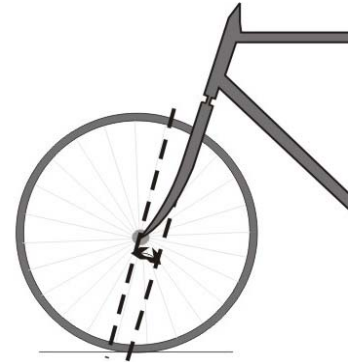


Figura 11.22– Curva do arco do
garfo dianteiro.
Fonte: Vespini (apud PEQUINI,
2000)



Figura 11.23– Ângulo
de caída positivo.
Fonte: Vespini (apud
PEQUINI, 2000)



Figura 11.24– Ângulo
de caída negativo.
Fonte: Vespini (apud
PEQUINI, 2000)

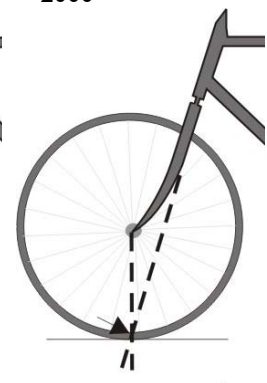


Figura 11.25– Ângulo
de caída neutro.
Fonte: Vespini (apud
PEQUINI, 2000)

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. (Glaskin apud PEQUINI, 2000:5.14)

2. Garfo traseiro

Tem aproximadamente 45 cm e, se diminuído, pode aumentar a velocidade, porém prejudicará a estabilidade da bicicleta, principalmente nas descidas. (Ambrosini, apud PEQUINI, 2000:5.14)

c – Variáveis dimensionais da bicicleta para projetos considerando usuários de percentis extremos (2,5%il ao 97,5%)

Para o desenvolvimento de projetos de produtos para fabricação em série devem ser usados como referência as dimensões extrema da população conforme recomendações contidas no Capítulo oito deste trabalho onde abordamos a “Aplicação da Antropometria no Design de Produtos”.

No item anterior, foram dadas as recomendações para o desenvolvimento de projeto de bicicleta, tendo como referência um único usuário, o que podemos chamar de projeto sob medida. Este tipo de produto é desenvolvido quando se tem necessidade de precisão, quando o desempenho do usuário depende da precisão, mas não é muito executado tendo em vista o alto custo. Podemos ver com frequência produtos feitos sob medida na área de esportes, como é o caso do ciclismo.

Para bicicletas que sejam produzidas em série, recomendamos que sejam projetados seis tamanhos das peças básicas e que haja variação de ajustes em partes que permitam esta opção. Nossas recomendações é que sejam utilizadas as variáveis antropométricas dos usuários extremos da população, ou seja, o 2,5º percentil feminino e o 97,5º percentil masculino, como veremos a seguir.

Ressaltamos que serão indicadas as medidas da altura do quadro, altura do selim, comprimento do tubo do selim, largura do guidão e comprimento do

tubo horizontal, tendo em vista que são as variáveis da bicicleta que necessitam de alteração de dimensão ou ajustes, sendo as recomendações para inclinação do tubo do selim, o recuo do selim, a inclinação do tubo da direção e a altura do centro do eixo da transmissão central as mesmas para o projeto de bicicleta feita “sob medida”, as quais citamos no item anterior.

As variáveis dimensionais aqui apresentadas tiveram como referência as tabelas antropométricas de Diffrient (1981) em que utilizamos as variáveis antropométricas do 2,5 percentil feminino ao 97,5 percentil masculino. Ressaltamos que as variáveis dimensionais aqui recomendadas para o desenvolvimento do projeto de bicicletas apenas servem como uma primeira referência. Como já mencionado anteriormente, deverão ser testadas e validadas através de testes, conforme recomendações feitas no Capítulo sete deste trabalho sob título de “Metodologia Ergonômica Aplicada ao Design de Produtos”.

- Altura do quadro

Quadro 11.6 – Altura do quadro da bicicleta para diferentes percentis

Percentis	Variável antropométrica Entrepernas Diffrient (1981) (cm)	Variável dimensional Altura do quadro(*) (cm - polegadas)
Feminino		
2,5	68,8	44,7 – 18”
50	75,2	48,9 – 19”
97,5	82,0	53,3 – 21”
Masculino		
2,5	75,2	48,9 – 19”
50	82,5	53,6 – 21”
97,5	89,7	58,3 – 23”

(*) A altura do quadro foi calculada pelo coeficiente 0,65 segundo recomendações encontradas no item 11.3.3-b.

- Altura do selim

Quadro 11.7 – Altura do selim para diferentes percentis

Percentis	Variável antropométrica Entrepernas Diffrient (1981) (cm)	Variável dimensional Altura do selim (cm) Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.12)
Feminino		
2,5	68,8	60,9
50	75,2	66,6
97,5	82,0	72,6
Masculino		
2,5	75,2	66,6
50	82,5	73,0
97,5	89,7	79,4

(*) A altura do quadro foi calculada pelo coeficiente 0,885 segundo recomendações encontradas no item 11.3.3-b.

- Comprimento do tubo horizontal

Quadro 11.8 – Comprimento do tubo horizontal para diferentes percentis

Percentis	Variável antropométrica Comprimento do Tronco Diffrient (1981) (cm)	Variável antropométrica Comprimento do Braço Diffrient (1981) (cm)	Soma das variáveis antropométricas Comprimento do Tronco e Comprimento do Braço PEQUINI, 2000:5.12 (cm)	Variável dimensional Comprimento do tubo horizontal Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.12) (cm)
Feminino				
2,5	46,0	53,1	99,1	52,4
50	49,5	56,9	106,4	56,3
97,5	53,8	60,0	113,8	60,2
Masculino				
2,5	49,5	56,9	106,4	56,3
50	54,4	61,2	115,6	61,2
97,5	58,9	62,2	121,1	64,0

- Largura da pega do guidão

Quadro 11.9 – Largura da pega do guidão para diferentes percentis

Percentis	Variável antropométrica Largura do ombro Diffrient (1981) (cm)	Variável dimensional Largura da pega do Guidão (cm)
Feminino		
2,5	36,6	36,6
50	40,6	40,6
97,5	45,0	45,0
Masculino		
2,5	40,6	40,6
50	45,0	45,0
97,5	49,3	49,3

- Comprimento do pedivela

Quadro 11.10 – Comprimento do pedivela para diferentes percentis

Percentis	Variável antropométrica Entrepernas Diffrient (1981) (cm)	Variável dimensional Comprimento do pedivela (cm) Ambrosini (apud PEQUINI, 2000:5.12) (*)
Feminino		
2,5	68,8	16,5
50	75,2	16,5
97,5	82,0	16,5
Masculino		
2,5	75,2	16,5
50	82,5	16,5
97,5	89,7	17,0

(*) A dimensão do pedivela pode variar de acordo com o tipo de resultado requerido, para maiores detalhes consulta o item 9.4.2-h deste trabalho.

- 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 11.26 e 11.27.

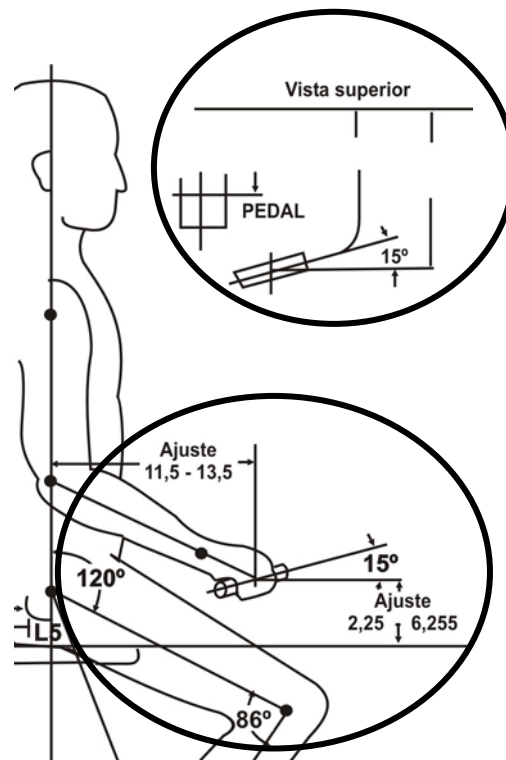


Figura 11.26– Postura assumida em bicicleta tradicional.

Fonte: Dreyfuss (1966)

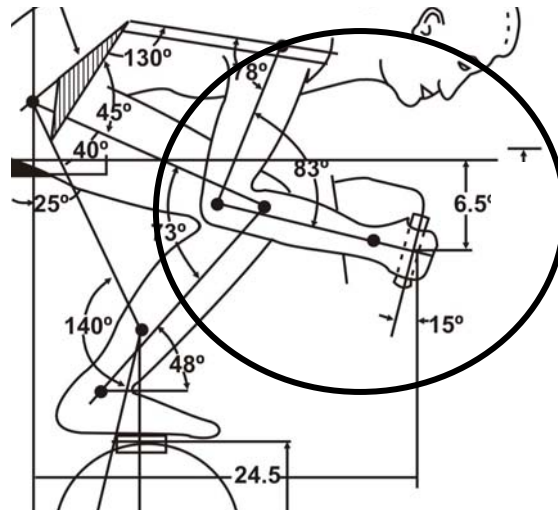


Figura 11.27– Postura assumida em bicicleta aerodinâmica.

Fonte: Dreyfuss (1966)

Ressaltamos, mais uma vez, que todas as referências antropométricas aqui recomendadas servem como base para o desenvolvimento dos desenhos iniciais de um projeto. Estes projetos deverão ser testados a partir da construção de modelos de teste para os ajustes necessários como recomendamos no Capítulo quatro, sobre “Design de Produto”; no Capítulo sete, sobre “Metodologia Ergonômica” e no Capítulo oito, sobre “Aplicação da Antropometria”.