

Notas da peregrinação a Fátima de bicicleta 2025:

Mar de Minde,

Bestiário,

Energia dos alimentos e

Física básica das mudanças de bicicleta

Estas notas refletem algumas das observações que fiz durante a peregrinação a Fátima de bicicleta. A peregrinação decorreu de Sexta-feira dia 31 de Outubro a Segunda-feira dia 3 de Novembro de 2025 e as observações fi-las enquanto pedalava a minha bicicleta. Porque refletem a natureza naturalmente peripatética (ciclopática?) de pensamentos, notas e observações num percurso variado feito razoavelmente depressa, as notas têm um certo carácter de instantâneos esdrúxulos que não me desagradam de um todo. Durante a viagem avistei aves, ouvi anfíbios, li nomes interessantes, passei pelo Mar de Minde com a sua fisionomia de Mata, e preocupei-me com a cadência do meu pedalar e a escolha da mudança apropriada para cada trecho do trajecto. Estas notas reflectem exactamente isto, mas não necessariamente por essa ordem ou sequer por uma ordem lógica.

Mar-Mata de Minde

1 O que é o «Mar de Minde»?

O **Mar de Minde** é a designação local do *polje*¹ de Mira-Minde, uma grande depressão cársica² fechada, de fundo notavelmente plano, situada entre as povoações de Minde e Mira de Aire, no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC). Em anos com períodos de muita chuva, a depressão enche-se e forma um lago temporário — o dito «mar» — que pode atingir vários metros de profundidade no máximo invernal. Depois, no período seco, a água drena por sumidouros e o fundo regressa ao uso agro-pastoril, e o *mar*, a *mata*.

2 Enquadramento geológico e morfológico

O polje de Mira-Minde insere-se no Maciço Calcário Estremenho, o qual é formado por séries espessas de calcários mesozóicos intensamente carstificadas. O *polje* tem uma morfologia de bacia alongada que em termos de escala tem um comprimento da ordem de quilómetros e uma largura que vai de subquilométrica a quilométrica. esta bacia é flanqueada por vertentes abruptas das serras adjacentes (Fig. 10). Esta morfologia reflecte:

- a) **Dissolução cársica** ao longo de diáclases e planos de estratificação, que alargou condutas e vazios;

¹*Polje* (da palavra eslava para campo, *polje* em sérvio): depressão cársica ampla (tipicamente de escala quilométrica), de contorno controlado por estruturas e dissolução, fundo relativamente plano e drenagem predominantemente subterrânea. Por curiosidade, *polje* em polaco é *pole* e daí *Polska* (Polónia) — os do campo!

²relativo a carste: um terreno formado pela corrosão de rochas calcárias, caracterizado por leitos subterrâneos, cavernas, dolinas, grutas etc.

- b) **Controlo estrutural** (falhas e flexuras) condicionando a orientação do vale e zonas preferenciais de abatimento;
- c) **Preenchimento sedimentar** do fundo com lamas e argilas de decantação com contribuição significativa e conspícua das terras vermelhas (*terra rossa*). Estas argilas diminuem localmente a permeabilidade e favorecem a acumulação e estagnação sazonal.

O resultado é um *anfiteatro* estruturado, de fundo plano e margens íngremes, típico de *poljes* maduros (Fig. 10).

3 Hidrologia cársica: entradas, armazenamento e drenagem

A acumulação e estagnação sazonal fazem com que o sistema funcione como bacia endorreica³ sazonal. No Outono e Inverno há o enchimento rápido após episódios pluviosos intensos o que leva a condições lacustres plenas. No fim do Inverno e Primavera, o *polje* alcança o seu volume máximo e eventualmente dá-se o início da drenagem com a formação de *lagoeiros* residuais. No Verão, o fundo está exposto, há humidade edáfica ainda elevada em microdepressões e o fundo regressa a usos agro-pastoris.

- a) **Entradas:** há um escoamento difuso de encosta, linhas de água intermitentes e nascentes marginais (ex., Olho-Poio, Regatinho) que emergem quando o nível freático sobe.
- b) **Armazenamento:** com recarga suficiente, a carga hidráulica supera a cota do fundo e estabelece-se um lago temporário de grande espelho de água e baixa declividade, muitas vezes com *ondas* sob vento moderado.
- c) **Drenagem:** a queda do nível freático e a reactivação de **sumidouros** (algares⁴) promovem o escoamento subterrâneo; traçagens regionais mostram conexões para grandes ressurgências periféricas alimentando os rios Alviela, Almonda e trechos do rio Lena, integrando assim o *polje* na rede hidrogeológica do maciço.

O Alviela é um rio profundamente associado à região e com uma história rica e ramificada. Em 1758, o padre Manuel Dias descreveu a exsurgência dos Olhos de Água do Alviela, constituindo um dos primeiros registos escritos e um marco inaugural da espeleologia em Portugal.

Entre 1871 e 1880, decorreu a construção do Aqueduto do Alviela para abastecimento de Lisboa. Durante este período, a nascente ganhou importância nacional e técnica, com a abertura de galerias de captação, casas das máquinas e sifões.

Em 1961 tiveram início as primeiras incursões subaquáticas, atingindo cerca de 150 metros de desenvolvimento e aproximadamente 35 metros de profundidade. Estas explorações marcaram o arranque do levantamento sistemático do sistema cársico, realizado por equipas portuguesas e também por grupos belgas, espanhóis e franceses.

³Endorreica descreve uma bacia hidrográfica fechada, onde a água não escoar para o mar nem para um rio exterior. Toda a drenagem é interna: a água acumula-se em lagos ou charcos, e perde-se sobretudo por evaporação e infiltração.

⁴**Algar:** cavidade natural tipo poço, predominantemente vertical, aberta na superfície, típica de maciços calcários (carso). Forma-se pelo alargamento de fraturas e diaclases por dissolução (e, por vezes e mais espectacularmente, por abatimento), podendo atingir dezenas a centenas de metros de profundidade. Pode funcionar como sumidouro (engole águas superficiais), chaminé de ventilação de uma gruta ou acesso a galerias subterrâneas. Distingue-se de **dolina** (depressão ampla e aberta, sobretudo sub-horizontal) e de **lapa** ou **gruta** (cavidade sobretudo horizontal). Sinónimos e termos próximos: abismo, poço cársico; inglês: sinkhole, shaft, pitch ou pothole; espanhol: sima ou cenote (sendo este muito associado aos Maias); francês: aven ou gouffre.

Entre as décadas de 1980 e 2010 registou-se um grande avanço técnico. Com o uso de misturas gasosas, «rebreathers»⁵ e apoio logístico especializado, o sistema ultrapassou os mil metros de galerias navegadas e aproximou-se dos duzentos metros de profundidade. Foram então produzidos vários levantamentos topográficos e publicações técnicas em boletins associativos.

Em 2020, o mergulhador Armando Ribeiro atingiu os 215 metros de profundidade, fixando o recorde nacional e confirmando o Alviela como a gruta subaquática mais profunda de Portugal. A expedição foi organizada pela equipa XploraSub em cooperação com a AESDA.

4 Ideias para estudo: ecologia e dinâmica biótica

A alternância *água-terra* cria um mosaico ecológico temporal de elevado interesse: na fase aquática (Mar): habitat para aves aquáticas (pato-real *Anas platyrhynchos*, galinha-d'água *Gallinula chloropus*, galeirão *Fulica atra*), macroinvertebrados e anfíbios que sincronizam reprodução com a persistência do lençol de água. Na fase emerso-terrestre (Mata): prados húmidos temporários e vegetação herbácea em solos finos contrastam com os matos calcícolas circundantes; aves de meios abertos (ex., cartaxo-comum *Saxicola rubicola*) e ofídios/lagartos exploram bordaduras e muros. A integridade dos sumidouros e a qualidade da água afluyente são críticas para manter ciclos biológicos completos.

Há áreas onde se formam poças temporárias, permitindo assim que organismos aquáticos e anfíbios satisfaçam certas necessidades ecológicas. Duas escalas espaciais de observação serão usadas para testar a resposta ao alagamento pelos vertebrados que existem permanentemente na área (escala grande) e na resposta dos organismos que dependem das poças para parte dos seus ciclos de vida (escala pequena). Espera-se que a fauna e a flora da área respondam à heterogeneidade ambiental causada pelo alagamento como: (i) organismos neutros que não mudam o seu comportamento ecológico, (ii) como espécies oportunistas que beneficiam periodicamente dos recursos que resultam da presença da água, ou (iii) como organismos dependentes de água que não usam activamente a área na ausência de poças. A composição de espécies das poças temporárias espera-se que reflita não somente imigrantes mas também os organismos dormentes presentes e que resultam do ciclo de inundação prévio. Consequentemente, a biodiversidade de cada poça é o resultado de uma história prévia de imigração com sucesso, assim como a chegada possivelmente aleatória de espécies novas durante o ciclo actual da alagamento. Devido à sua natureza descontínua, as poças temporárias são corpos insulares de um meio estranho de superfície pequena num meio com uma superfície muito maior. Assim, nós modelaremos a riqueza de espécies das poças com o modelo de MacArthur-Wilson. Simultaneamente, avaliaremos como a estrutura e a função das comunidades das poças são associadas aos processos funcionais principais (a absorção de radiação e a fotossíntese, fluxos de água e dinâmica de nutriente) e como estas interações são afectadas pela presença de anfíbios. É fundamental identificar os mecanismos que regulam o funcionamento destas comunidades das poças usando uma abordagem holística e considerando todos os componentes tróficos que poderem afectar o sucesso das populações de anfíbios. A topologia das teias alimentares e os fluxos de energia serão estudados pela aplicação de isótopos estáveis e de marcadores bioquímicos a vários componentes da cadeia trófica, identificando assim interações consumidor-recurso. O uso de biomarcadores (por exemplo, carotenóides e ácidos gordos) permitirá a identificação e a quantificação das bactérias e das microalgas envolvidos em processos específicos. As comunidades das poças podem ser perturbadas facilmente pela atividade humana (por exemplo, agricultura) e são locais de reprodução importantes para espécies de anfíbios protegidas oficialmente (convenção de Berna, apêndice II, 1979).

⁵ «Rebreather» é um aparelho que permite recircular a mistura gasosa que o mergulhador exala. Entre outras coisas, o aparelho permite que o oxigénio exalado na respiração mecânica possa ser reciclado ao remover o dióxido de carbono presente na mistura. Assim, o «rebreather» permite que o mergulhador fique debaixo de água entre duas e três horas; quatro vezes mais tempo do que ficaria com a mesma quantidade de mistura respiratória usando equipamento convencional.

Com este estudo esperamos determinar o papel das poças temporárias para a manutenção de comunidades saudáveis e biologicamente diversas e estabelecer a importância dos nutrientes disponíveis na reprodução de anfíbios. De facto, apesar da evidência acumulada da importância de uma dieta rica em carotenóides e em ácidos gordos poli-insaturados para a nutrição de peixes, a sua importância para a sobrevivência de girinos, o crescimento e a reprodução de anfíbios (tanto quanto sabemos) não foram investigados. Além disso, informação acerca do papel de carotenóides, de ácidos gordos e de tiamine (vitamina B1) no crescimento de invertebrados e vertebrados é escassa.

Alterações no regime hídrico Mudanças no padrão de precipitação (concentração de cheias, estiagens prolongadas) afectam a frequência e duração do lago. **Gestão:** manter conectividade dos sumidouros (limpeza seletiva, prevenção de entupimentos), vigiar recarga e *timing* de emergência de nascentes. Poluição difusa e compactação Excesso de adubação, circulação motorizada no fundo e deposição de resíduos degradam água e solos. **Gestão:** práticas agrícolas compatíveis, exclusão de veículos na fase saturada, fiscalização de descargas. Fruição e segurança Submersão de caminhos e muros em cheias rápidas exige sinalização sazonal e respeito por perímetros de segurança junto a algares activos.

- a) **Antes das chuvas:** cartografar microdepressões e pontos de perda (algares), com registo de cotas.
- b) **Subida do nível:** relacionar a cota do espelho de água com a precipitação acumulada e com os caudais das nascentes; usar EC₂₅⁶ e temperatura como traçadores simples de entradas.
- c) **Pico de cheia:** mapear linha de margem e turvação; censos de avifauna aquática; evitar aproximação a sumidouros em actividade.
- d) **Drenagem:** temporizar o desaparecimento de *lagoeiros*; registar datas de retorno do uso agro-pastoril.

5 Uso humano e paisagem cultural

Historicamente, o fundo do polje foi aproveitado para **pastagens** e agricultura de sequeiro com alguma *edaficidade* residual; em anos húmidos, a «maré» sazonal levou inclusive a usos recreativos (remo/boias) e a uma forte identidade toponímica entre «Mata» (época seca) e «Mar» (época húmida). A presença de muros de pedra solta, caminhos e divisões tradicionais marca a leitura cultural da paisagem.

6 Enquadramento legal e de conservação

O polje integra:

- 1) o **Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC)**;
- 2) a **Rede Natura 2000** (ZEC PTCON0015);
- 3) a lista **Ramsar** (sítio «Mira Minde Polje and related Springs»), reconhecendo o valor internacional das zonas húmidas temporárias e ressurgências associadas.

Estes estatutos impõem *condicionantes* de uso do solo, salvaguarda de habitat e monitorização de pressões.

⁶Condutividade eléctrica a 25° C.



Figura 1: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cárstica.

7 Notas finais e ordem de grandeza

Enquanto unidade geomorfológica, o *polje* de Mira-Minde é o maior da região estremenha. Em anos chuvosos, a profundidade máxima local pode atingir vários metros (na ordem dos 5 m a 10 m de profundidade em nichos topográficos), exibindo também uma forte variabilidade interanual, pois em anos secos, o enchimento é pouco ou nada. A escala planimétrica é quilométrica (comprimento ~ 3 km a 5 km), com largura máxima inferior ao comprimento mas ainda assim quilométrica. Esta morfologia é coerente com a de *poljes* estruturais controlados por falhamento.

Leituras úteis para descrições gerais Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC); documentação da ZEC PTCON0015 (Rede Natura 2000); ficha Ramsar «Mira Minde Polje and related Springs»; guias espeleológicos e de traçagem do Maciço Calcário Estremenho; roteiros municipais de Minde e Mira de Aire.

Bestiário (início de Novembro de 2025)

8 Aves avistadas

Corvo-marinho (*Phalacrocorax carbo*). Grande ave piscívora mergulhadora; pesca por imersão prolongada usando patas palmadas e corpo denso. Muitas vezes seca as asas abertas após mergulhos (as suas penas são menos hidrófobas o que reduz a flutuabilidade mas aumenta a eficiência subaquática). Gregário em dormitórios e pousos; forte afluxo invernal à Península Ibérica. Alimenta-se sobretudo de peixes de tamanho médio em estuários, albufeiras e zonas costeiras.

Ostraceiro (*Haematopus ostralegus*). Limícola robusto, bico comprido e laranja vivo, especializado em bivalves e outros invertebrados intertidais; usa o bico como um formão para abrir conchas. Típico de zonas lodosas, sapais⁷ e praias de vasa; ocorre em bandos fora

⁷Em termos de zonas alagadas estruturadas, poderemos definir três: **sapal** zona alagada de água salobra e



Figura 2: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cársica.

da época de reprodução. No inverno é frequente em estuários portugueses, forrageando na baixa-mar e descansando na preia-mar.

Garça-boieira (*Bubulcus ibis*). Garça pequena, oportunista, acompanha gado e máquinas agrícolas para capturar insectos, aranhas e pequenos vertebrados expostos. Espécie em expansão nas últimas décadas; nidifica em colónias arborizadas perto de água. Frequentemente vista a cruzar campos abertos, pastagens e orlas de estradas rurais.

Garça-real (*Ardea cinerea*). Grande garça cinzenta; caça solitária, postura imóvel em águas pouco profundas antes de desferir o golpe com o bico em peixes, anfíbios e répteis. Presença residente em rios, pauis, açudes e albufeiras; nidifica em colónias (garçarais) em árvores altas. Em voo exhibe pescoço recolhido em S e batimento de asas lento.

Águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*). Rapina média de asas largas e cauda relativamente curta; variedade de plumagens do castanho-escuro ao claro. Caça por espera ou voo planado em colunas térmicas ascendentes; dieta dominada por pequenos mamíferos, complementada por répteis, aves e carniça. Territórios florestados e mosaicos agrícolas; vocalização típica em miado prolongado.

9 Crustáceo avulso

Lagostim-de-rio (*Procambarus clarkii*). Crustáceo decápode invasor oriundo da América do Norte; tolera águas eutrofizadas e períodos de estio, escavando galerias nas margens. Omnívoro (detritos, macrófitas, invertebrados, ovas de peixes e anfíbios); impacto ecológico elevado por bioturbação e predação. Pode transportar o fungo da *afanomíase* dos lagostins (*Aphanomyces astaci*). Actividade sobretudo crepuscular/nocturna.

com vegetação herbácea e arbustiva halófila ou halotolerante, **paul** zona alagada de água doce com vegetação herbácea e arbustiva e **pântano** floresta alagada.



Figura 3: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cársica.

10 Anuros aurais

Rela-meridional (machos a coaxar) (*Hyla meridionalis*). As relas são anuros arborícolas com discos adesivos nos dedos; pele lisa e linha lateral escura geralmente não alcançando a virilha. Reproduz-se em charcas, valas, lagoas e campos alagados; machos vocalizam com coaxos repetidos após chuvas e em épocas suaves, atraindo fêmeas. Alimenta-se de insectos e outros invertebrados; actividade maioritariamente crepuscular e nocturna.

Eficiência metabólica: da comida à roda

11 Da comida

Ideia central. A eficiência global resulta do produto de quatro factores: (i) digestão/absorção, (ii) efeito térmico dos alimentos (TEF), (iii) conversão químico→mecânico no músculo e (iv) eficiência da transmissão da bicicleta.

1) Digestão/absorção (energia metabolizável) Os valores de Atwater⁸ (4–9–4 kcal/g) já representam energia *metabolizável*. Em média:

hidratos: 95–98%, gordura: 90–95%, proteína: 90–95%.

Regra de bolso: $[0,90-0,97]$.

2) Efeito térmico dos alimentos (TEF) Custo metabólico de processar a refeição:

hidratos: 5–10%, gordura: 0–3%, proteína: 20–30%.

⁸Os valores de Atwater são fatores médios que convertem a massa dos macronutrientes em energia metabolizável (quilocalorias quilojoules) nos rótulos dos alimentos. Foram propostos pelo nutricionista norte-americano Wilbur Olin Atwater no fim do séc. XIX, corrigindo a energia bruta do alimento (medida em calorímetro) pelas perdas na digestão, absorção e na excreção (ureia, etc.). Hidratos de carbono: 4 kcal/g (≈ 17 kJ/g); Proteína: 4 kcal/g (≈ 17 kJ/g); Gordura: 9 kcal/g (≈ 37 kJ/g); Álcool (etanol): 7 kcal/g (≈ 29 kJ/g)



Figura 4: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cárstica.

Em dieta mista, usa-se tipicamente $\approx 10\%$, isto é, factor $\boxed{(1 - 0,10)}$.

3) Músculo (química $\rightarrow$ mecânica) Eficiência mecânica ao pedalar em regime estável:

$$\text{eficiência bruta (gross)} \approx \boxed{0,20-0,25}.$$

4) Transmissão da bicicleta Transmissões por corrente bem mantidas, limpas e lubrificadas: $\boxed{0,95-0,98}$.

5) Eficiência global (ordem de grandeza)

$$\underbrace{0,90-0,97}_{\text{digestão/absorção}} \times \underbrace{(1 - 0,10)}_{\text{TEF}} \times \underbrace{0,20-0,25}_{\text{músculo}} \times \underbrace{0,95-0,98}_{\text{transmissão}} \approx \boxed{16\%-21\%}.$$

6) Verificação prática com potência no pedal Se colocas $P_{\text{pedal}} = 200 \text{ W}$ na pedaleira e a eficiência bruta do músculo é 20–22%, o custo metabólico ronda $P_{\text{met}} \approx 900\text{--}1100 \text{ W}$ (cerca de 770–950 kcal/h). Com a transmissão a 95–98%, a potência na roda é $P_{\text{roda}} \approx 190\text{--}196 \text{ W}$.

7) Porque $< 10\%$ “digestivo” não fecha as contas Se a “eficiência digestiva” fosse 10%, a eficiência total seria da ordem de

$$0,10 \times 0,90 \times 0,22 \times 0,97 \approx 0,019 \text{ (1,9\%)},$$

o que implicaria ingestões $> 2100 \text{ kcal/h}$ só para sustentar 200 W na pedaleira — incompatível com medições reais de VO_2 e gasto energético em ciclismo.

Resumo

- Digestão/absorção: alta ($\sim 90\text{--}97\%$); TEF: $\sim 10\%$.
- Músculo: $\sim 20\text{--}25\%$ a pedalar; transmissão: $\sim 95\text{--}98\%$.
- Global (comida $\rightarrow$ roda): $\sim 16\text{--}21\%$ em condições favoráveis.



Figura 5: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cársica.



Figura 6: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cársica.

12 À roda

1) Relações geométricas (prato $\leftrightarrow$ pinhão)

Se N_f é o número de dentes do prato (frente) e N_r o do pinhão (trás), a *relação de transmissão* R é

$$R = \frac{N_f}{N_r}.$$

Isto determina, em simultâneo:

$$\omega_{\text{roda}} = \omega_{\text{pedal}} R, \quad \tau_{\text{roda}} = \tau_{\text{pedal}} \frac{N_r}{N_f} \eta,$$

onde $\eta \in [0,95, 0,98]$ representa o rendimento (perdas no trem de transmissão). Pratos maiores e pinhões menores (R grande) dão mais velocidade e menos binário na roda; pratos menores e pinhões maiores (R pequeno) fazem a *desmultiplicação*: menos velocidade e mais binário disponível na roda (para a mesma potência).

2) Força no solo (o que realmente te empurra)

Com força no pedal F_p e comprimento do braço da pedaleira L , $\tau_{\text{pedal}} = F_p L$. A força tangencial no pneu é

$$F_{\text{solo}} = \frac{\tau_{\text{roda}}}{r_{\text{roda}}} = \frac{F_p L}{r_{\text{roda}}} \frac{N_r}{N_f} \eta.$$



Figura 7: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cársica.



Figura 8: Vista do polje de Mira-Minde: encostas calcárias, fundo aplanado, lâmina de água sazonal e drenagem por sumidouros para a rede cársica.

Logo, aumentar N_r/N_f (mudança mais «leve») aumenta F_{solo} . Braços de pedaleira mais compridos (maior L) aumentam a alavanca; rodas maiores (maior r_{roda}) diminuem F_{solo} para a mesma relação.

3) Velocidade vs. cadência (*desenvolvimento*)

A distância por volta completa de pedal (o *desenvolvimento*) é

$$D = C_{\text{roda}} \frac{N_f}{N_r},$$

em que C_{roda} é a circunferência da roda. Com cadência c em rpm, a velocidade é

$$v = (c \text{ rpm}) \times D \frac{\text{m}}{\text{volta}} \times 0,06 \quad [\text{km/h}].$$

Exemplo: roda 700c com $C_{\text{roda}} \approx 2,10 \text{ m}$, cadência $c = 90 \text{ rpm}$.

$$50 \times 11: \quad D = 2,10 \times \frac{50}{11} \approx 9,55 \text{ m} \Rightarrow v \approx 90 \times 9,55 \times 0,06 \approx 51,5 \text{ km/h},$$

$$34 \times 28: \quad D = 2,10 \times \frac{34}{28} \approx 2,55 \text{ m} \Rightarrow v \approx 90 \times 2,55 \times 0,06 \approx 13,8 \text{ km/h}.$$

4) Potência: a grandeza que «fica» constante

A potência no pedal é $P = \tau_{\text{pedal}} \omega_{\text{pedal}}$. Ao mudar de relação, ω e τ variam em sentidos opostos, mas a potência que consegues sustentar é aproximadamente a mesma. Em plano, relações mais “pesadas” aumentam v à custa de menos τ na roda; a subir, precisas de mais τ (desmultiplicação), aceitando menor v .

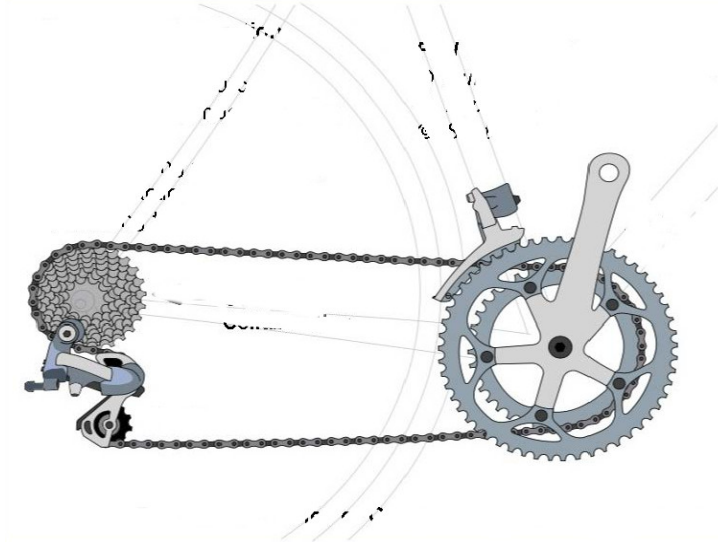


Figura 9: Diagrama de roda pedaleira e de cremalheira de uma bicicleta a pedal.

5) Métricas úteis no mundo real

Desenvolvimento (m/volta) é directo e intuitivo. *Gear inches*: $GI = \text{diâmetro da roda (pol)} \times N_f/N_r$. *Rollout* real: mede no chão uma volta completa (inclui pneu, pressão, flexão, etc.).

6) Eficiência e boas práticas

Cadência confortável tipicamente $\sim 80\text{--}100$ rpm: escolhe a mudança para a manter. Evita cruzamentos extremos de corrente (prato grande + pinhão grande, ou prato pequeno + pinhão pequeno). Em transmissões $1\times$, a cassette ampla simplifica o uso, mas há saltos maiores entre relações.

7) Regra de ouro prática

Na subida ou arranque $\Rightarrow$ desmultiplicar (frente pequena, trás grande): N_r/N_f maior $\Rightarrow$ mais binário na roda.

Na descida ou com vento favorável $\Rightarrow$ multiplicar (frente grande, trás pequeno): N_f/N_r maior $\Rightarrow$ mais distância por volta.