

ATERRIZAGEM - LANDING (I)

É freqüente entre os aspirantes a piloto acreditar que a aterrissagem de uma aeronave constitui o ponto final do treinamento e que uma vez aprendido, tudo o demais é complemento. É verdade que a aterrissagem ou pouso supõe procedimentos e percepções que são um pouco distintos aos que implicam outras fases do vôo, mas a crença anterior, de que ninguém está livre, se persiste, produz dois resultados desafortunados: o primeiro é que a tensão que supõe a excessiva importância dada a esta manobra pode prejudicar o progresso da aprendizagem (incluído o próprio pouso), e segundo, que uma vez sabendo pousar se descuida da obtenção de uma eficiência adequada para as demais fases do vôo.

Aterrizar uma aeronave, consiste em permitir que esta contacte com o terreno a uma velocidade vertical mais baixa possível, e em circunstâncias normais, também a velocidade horizontal (respeito ao solo) mais baixa possível, consistentes ambas com um controle adequado, sem que a distancia percorrida na manobra exceda o comprimento do terreno disponível. Definitivamente, se trata de colocar a aeronave em perda a poucos centímetros do solo mantendo o controle direcional e sem sair da pista.

Em muitas aterrissagens as condições ambientais podem ser boas, mas raramente serão ideais. Assim que, ainda que por razões didáticas se faça a classificação seguinte, é muito possível que em mais de uma aterrissagem se tenha que aplicar alguma combinação de procedimentos. Por exemplo: o vento não sopra *exatamente* de proa quase nunca, mas se estiver só ligeiramente cruzado e tiver pouca intensidade a técnica de aterrissagem "normal" é suficiente; agora, se sopra cruzado e com certa intensidade, teremos que lançar mão dos procedimentos de aterrissagem com vento cruzado; se ademais a pista for curta e fofa e existir obstáculos na rampa de planeio é obvio que necessitamos combinar acertadamente vários procedimentos. Na teoria pois, as aterrissagens podem ser classificadas em:

- Aterrissagem normal.
- Aterrissagem com vento cruzado.
- Aterrissagem em campo curto.
- Aterrissagem em campo fofo (grama ou areia).

Desenvolvemos, a seguir, a realização desta manobra em circunstâncias normais (aterrissagem normal), as técnicas que o piloto pode aplicar para manter o controle da aeronave de forma positiva, e os fatores que afetam a aeronave nesta fase. Os fundamentos básicos detalhados servirão para, com ligeiras variações, abordar posteriormente as aterrissagens "não normais".

Uma aterrissagem "normal" é aquela em que se dispõe de potencia suficiente no motor, o vento não é forte nem de rajada e na aproximação final sopra de frente ou quase de frente, não há obstáculos na rampa de descida e a pista é suficientemente comprida e bem pavimentada.

Antes de prosseguir, a recomendação habitual: **utilize o sentido comum**. Não deve se colocar nunca (salvo alguma circunstancia extraordinária o obrigue) em uma situação tal que tenha que aterrizar nesta pista e precisamente agora. Ao se aproximar de uma pista curta e fofa, se houver fortes rajadas de vento cruzado e o sol o cega ou há pouca visibilidade, pode ser mais seguro, se for possível, atrasar a aterrissagem até que as condições melhorem ou tentá-la em um aeródromo alternativo.

Listas de cheque.

Muitos pilotos seguem escrupulosamente a lista de cheque durante o pré-vôo, mas confiam em sua memória durante a aproximação e aterrissagem. Isto não é muito bom, mas é fácil de compreender: durante o pré-vôo não se está amarrado no cinto de segurança nem ocupado voando o avião; nessas condições tomar uns minutos para encontrar a lista de cheques e lê-la não tem maior importância. Mas com o avião na rampa de descida, não é momento nem lugar para se colocar a procura-la e lê-la, assim que se sugere algumas destas coisas:

1. Se utiliza habitualmente um "pernógrafo", prenda uma copia do checklist no mesmo.
2. Prenda uma copia do checklist em algum espaço facilmente visível no painel de instrumentos.
3. Assegure-se que o checklist corresponda ao modelo de avião que se está voando. Uns aviões tem trem de aterrizagem retrátil e outros não; em alguns convém colocar aquecimento do carburador quase sempre e em outros só em circunstancias mais críticas; a hélice propulsora pode ser de passo fixo ou de passo variável; a velocidade de melhor descida difere de um avião a outro; etc.
4. Se preferir memorizar a lista, vento de cauda preparando-se para a aterrissagem não é o melhor momento. Umas milhas antes de entrar no circuito de tráfego do aeródromo, leia o checklist, pense sobre ele e grave-o na memória, ou recite-o em voz alta se preferir.

APROXIMAÇÃO	APPROACH
<ul style="list-style-type: none"> - Sel. Combustível..... MAIS CHEIO - COM/NAV..... FREQUENCIAS - Altímetro QNH - Mistura..... RICA - Luz aterrizagem A/R 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuel selector..... FULLEST TANK - COM/NAV..... FREQ.SET - Approach clearance.. RECEIVED - Altimeter..... QNH SET - Mixture..... RICH
ANTES DE ATERRIZAR	BEFORE LANDING
<ul style="list-style-type: none"> - Bomba combustível ON - Luz aterrizagem ON - Flapes..... A/R - Velocidade aproximação..... FLAPE 20º - ar quente carburador A/R 	<ul style="list-style-type: none"> - Elect. Fuel Pump..... ON - Throttle..... 18" - 2500 rpm - Flaps..... A/R - Propeller/final leg..... FULL FORWARD - Carburator heat..... A/R

Exemplos de lista de cheque (Aproximação e Pré-aterrissagem) rg

Dos exemplos da figura acima, podemos deduzir que os pontos incluídos no módulo "Aproximação" se efetuam antes de entrar no circuito ou seja para "se aproximar" do aeródromo: sintonizar frequência, solicitar autorização para entrar na zona de controle do aeródromo, ajustar o altímetro ao QNH recebido, etc. Convém destacar na lista da esquerda, que a luz de aterrizagem "A/R" adverte que, se por exemplo o aeródromo tem muito tráfego ou voamos faltando uma hora para o ocaso, é prudente levar a luz de aterrizagem acesa ao aproximar-se. As probabilidades de uma colisão em vôo não são muito altas, mas a maioria delas se concentram nas proximidades dos aeroportos; por esta razão, quando se aproximar de um aeródromo congestionado, ou a torre nos comunica que há outros aviões na aproximação ou realizando circuitos, é prudente acender a luz de aterrizagem para facilitar que outros tráfegos nos vejam.

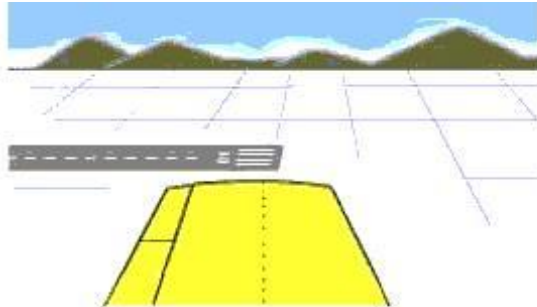
Qual o momento que convém realizar os procedimentos do checklist? Como veremos depois, na aproximação final o piloto terá que se ocupar (e segundo as condições permitam) em manter a velocidade, a rampa de descida e o alinhamento com a pista, corrigir o efeito do vento lateral, se ainda não tenha recebido permissão de pouso por parte da torre e estar atento a sua recepção, etc., parece

sensato ter o avião previamente configurado para esta manobra. Não espere o último momento para fazê-lo depressa e correndo nem deixe para o final operações que pode executar antes.

Convém recordar que os checklist indicam as operações e a ordem conveniente das mesmas de forma mais ou menos precisa, mas são deliberadamente ambíguas respeito ao momento exato que devem executar-se. Por exemplo: "Antes de pousar" não diz se as operações terão de ser feitas em x minutos, x milhas de distancia ou x pés de altura, antes do pouso; só indica que deve ser feito *antes* de aterrizagem.

Tampouco sugere que todas as operações se efetuem imediatamente uma atrás da outra, dependerá de sua conveniência; por exemplo: pode lhe interessar ligar a bomba de combustível e a luz de aterrizagem enquanto estiver com vento de cauda e depois ligar o ar quente para o carburador até a aproximação final. Em qualquer caso, é boa norma que os procedimentos prévios a aterrizagem (Before Landing) estejam completos antes de começar a descida para pouso.

Como o habitual é incorporar-se ao circuito entrando a 45° com referencia ao eixo da pista a passagem da aeronave na entrada na perna do vento ou da perna contra o vento constitui uma boa referencia para começar a configurar o avião (bomba de combustível, mistura rica, luz de aterrizagem, passo da hélice e pressão de manifold...). Se a incorporação ao circuito se produz pelo lado da perna base ou se entra diretamente a reta final, preveja realizar os procedimentos do checklist com antecipação suficiente.



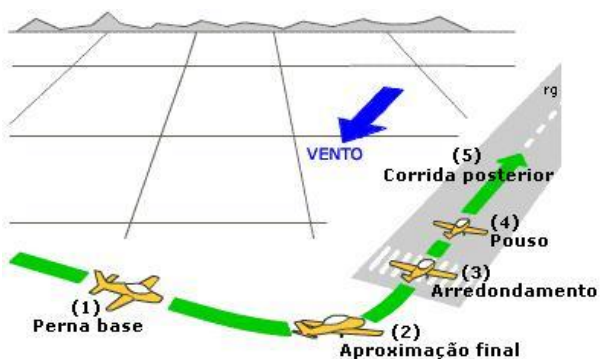
Referencias para iniciar os procedimentos prévios a uma aterrizagem (Before Landing)

rg

Posto que o mais possível é que tenha que executar os procedimentos tendo-os memorizado previamente, é um bom costume seguir umas pautas concretas, as que preferir e que lhe sejam mais úteis, mas sempre as mesmas. Se estiver realizando pouso e decolagens, o tempo para comprovações do checklist se reduz praticamente nada, assim que o melhor é que se tenha perfeitamente memorizados e muito claros os procedimentos a seguir e em que momento efetua-los.

Preparação para pouso.

Com fins exclusivamente didáticos, a manobra de aterrizagem pode se dividir em fases arbitrárias, das quais a figura ao lado oferece uma amostra como exemplo. A maioria dos manuais e livros limitam os detalhes da manobra as fases fundamentais, isto é: aproximação final (2), arredondamento (3) e aterrizagem (4); muito poucos são os que detalham, ou se o fazem é de forma sutil, os passos prévios a realizar antes de ter o avião na aproximação final. A denominação em inglês das fases mostradas na figura são: base leg (perna base), final approach (aproximação final ou reta final), flare (arredondamento), touchdown (toque) e after landing roll (rolagem após o pouso).



As diferentes fases de uma aterrizaagem.

Como o habitual é que aprenda a aterrizando praticando pouso e decolagens, para o qual deve traçar o circuito uma e outra vez, é interessante incluir este módulo (que denominamos preparação da aterrizaagem) com uma serie de recomendações e procedimentos a realizar nas pernas de circuito anteriores a aproximação final.

Como se repetirá nestes capítulos, "um bom pouso requer uma boa aproximação", e inversamente, uma aproximação defeituosa pressupõe seguramente um pobre pouso. E uma boa aproximação começa por realizar corretamente o circuito de tráfego.

Vento de cauda. Desde a trajetória do avião nas pernas da pista até girar a base:

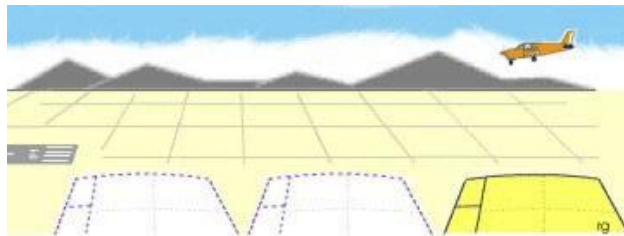
- Comece a configurar o avião para aterrizando (bomba combustível, luz aterrizaagem, mistura, etc.)
- Ajuste sua potencia aos valores pré-determinados que melhor rendimento proporcionam para aterrizando. Em aviões com hélice de passo variável isto supõe ajustar a pressão do manifold e as rpm a valores concretos.

Sem perder altura, comece a reduzir a velocidade aproximando-se paulatinamente (uns nós a mais) a recomendada pelo fabricante para a aproximação final. Ademais de prepararse para a fase seguinte, ao voar mais lento isto lhe deixará um pouco mais de tempo para realizar todas as operações restantes de forma pausada e com segurança.

- Se vai pousar com flap (full ou parcial) este é um bom momento para estender o primeiro ponto. Se o fizer compense o avião.
- Ao chegar ao ponto que considere apropriado, em função da velocidade que está e dependendo de se lhe precede ou não algum avião, realize uma curva suave para a perna base. Uma regra bastante utilizada é começar a curva a

uns 45° da cabeceira da pista, que é mais ou menos quando esta fique atrás de um dos planos da asa aproximadamente (figura abaixo).

Se tem aviões a sua frente, antes de girar base espere que o predecessor imediato passe na direção da pista frente ao bordo de sua asa. Ajuste sua velocidade e distancia ao precedente durante a manobra para que aquele possa pousar e deixar a pista livre antes de que você se encontre na curta final. Se você for se jogar encima, a torre não lhe autorizará o pouso e terá que arremeter. Recorde: não deve aterrizar enquanto há algum avião na pista.



Referência para girar base

Perna base.

Nesta perna o piloto tem que tomar duas decisões que podem afetar a qualidade do pouso: uma consiste em julgar em qual altura e distancia deve começar a descida para pouso no lugar desejado; a outra é decidir em qual ponto girar para a aproximação final para colocar o avião na rampa de descida adequada as circunstancias e alinhado com o eixo da pista. O habitual é que primeiro reduza potencia, deixe que a velocidade se aproxime a velocidade de descida e depois comece este procedimento. Muitos manuais sugerem que sobre a metade da perna base, corte a potencia e comece a descida pois assim se familiarizara com a capacidade de planeio da aeronave, experiência valiosa se tiver que realizar uma aterrissage de emergência; agora bem, isto obriga o piloto a "afinar", pois encurta a duração da seguinte fase (aproximação final) e com ele o tempo disponível para corrigir possíveis desvios. Em geral:

- Comece a perna mantendo a altura e voe perpendicular a pista. Como aterrizará contra o vento (não deve aterrizar com vento de cauda salvo situação excepcional), nesta perna lhe estará soprando de lado (través pela esquerda) distanciando-o da pista, assim que deverá corrigir a deriva.

Se ainda não terminou de completar a preparação da aeronave para a aterrissage não o deixe para mais tarde, faça-o agora.

- Se pensa aterrizar com todo flape (full flap) e este tem mais de dois ângulos de calagem (pontos de flape) estenda o segundo ponto de flape (o último se deixa para a aproximação final) e compense o avião. A regra habitual para aterrizar com full flap é ir dando-o nas pernas anteriores à aproximação final, e nessa final baixar o último ponto.
- Se sua aeronave tem trem retrátil e não o baixou antes, baixe-o e comprove que está "baixado e travado".
- Julgue quando começar a descida pelo angulo com o qual observa a pista.
- Chegando a este ponto, reduza a potencia e ajuste a proa para ter a velocidade de descida recomendada; em seguida comece a descida mantendo essa velocidade.

O ponto para começar a descer e em qual girará para a aproximação final (podem coincidir ambos) depende principalmente da altura do circuito, da força do vento,

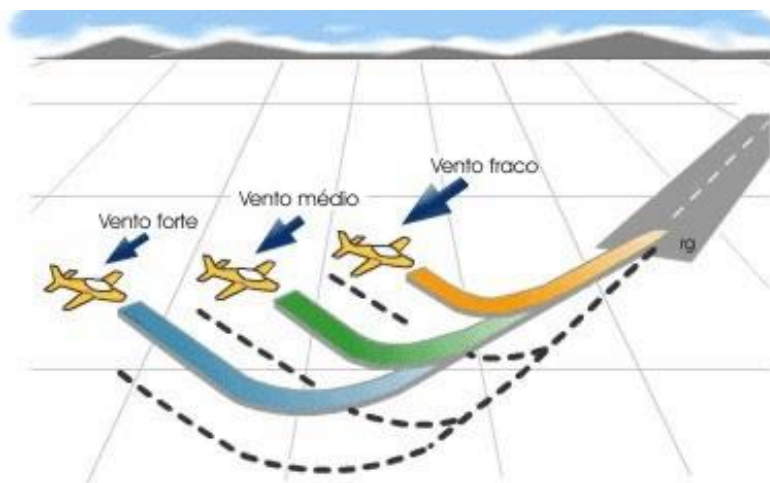
da quantidade de flape estendido e naturalmente, da presença ou ausência de obstáculos.

Uma regra muito genérica que pode servir de ajuda para estimar onde começar a descida é: Com uma altura de uns 1000 ft sobre o terreno (1000 ft AGL), aproximadamente a metade da perna base adote a velocidade de descida e uma vez estabelecida comece esta (a uns 500 f.p.m.); se a altura for menor deve começar mais tarde e se a altura for maior comece antes (figura abaixo).



Posição chave para início da descida

Com vento de certa intensidade na aproximação final se dá flapes para manter um ângulo de descida pronunciado, a perna base deveria ser voada perpendicularmente algo mais perto da pista que se o vento for calmo ou se for aterrizando com o avião limpo, ou seja sem flapes estendidos (figura abaixo).



Distância da perna base à pista sob influência do vento.

A medida que seu treinamento progride, se irá acostumando a visualizar a trajetória de toda a aproximação enquanto se encontrar na última parte da perna do vento de cauda; isto lhe ajudará a estimar a trajetória da perna base, onde reduzir a velocidade, quando começar a descida e quando girar para a aproximação final. Esta última curva deve deixar a aeronave alinhada com o eixo da pista, o qual requer do piloto estimar cuidadosamente o ponto de começo e o raio de curva. Respeito as curvas convém ter em conta um par de coisas:

- Normalmente não devem exceder além de 30° (curva média) porque a aeronave voa a baixa velocidade e quanto maior seja o ângulo de inclinação maior é a velocidade na qual o avião entra em perda; dado que a manobra

se faz a relativamente baixa altura, entrar em perda supõe um desastre quase seguro.

- Se tiver que realizar uma curva pronunciada (mais de 30°) porque a iniciou tarde e se distancia da trajetória que lhe colocará centrado na pista, pode ser preferível descontinuar a aproximação, arremeter e na próxima tentativa planejar o começo da curva um pouco antes. O contrário é colocar-se numa situação de risco desnecessário.
- Devem ser realizada a uma altura segura, que dependerá da elevação do terreno e a altura dos possíveis obstáculos ao longo da trajetória, e a uma distância da pista tal que não impeça de chegar a ela no caso de falha de motor, mas que possibilite uma aproximação final o suficientemente comprida para que o piloto possa: (1) estimar com precisão o ponto de contato com a superfície enquanto mantém o ângulo de descida e velocidade apropriados, e (2) corrigir qualquer desvio nos parâmetros anteriores durante esta última perna.

Aproximação final.

É a parte do circuito de tráfego na qual a aeronave desce, alinhada com o eixo da pista, em linha reta até o ponto de referência estimado para o pouso. Como a aproximação final não deixa de ser uma descida, de certa precisão mas descida final e cabal, convém revisar os detalhes desta manobra.

O objetivo consiste em manter o avião com uma velocidade e ângulo de descida tais que:

- a seguinte fase –arredondamento - não seja crítica senão de fácil realização,
- a aeronave alcance o ponto de contato com a superfície no primeiro terço da pista,
- a velocidade mantida não pressupõe risco de perda, e
- que essa velocidade proporcione antes do arredondamento um mínimo de sustentação e velocidade com referência ao solo justo antes do contato.

Essas são as chaves essenciais a controlar nesta fase: *velocidade e ângulo de descida*. Velocidade, porque não quer apostar numa perda a baixa altura mas tampouco apresentar-se no arredondamento como um relâmpago, "comendo" tanta pista que lhe indigeste; ângulo de descida porque quer aterrizar próximo ao ponto de referência, nem muito antes nem muito depois, e ambas porque deseja um arredondamento suave e fácil ao invés de trabalhoso e crítico.

Não vá crer que as 4 forças fundamentais (sustentação, peso, resistência e tração) desapareceram, ali estão onipresentes. O que ocorre é que veremos como controlando as duas variáveis mencionadas, para o qual é possível que tenhamos que variar alguma das forças (salvo o peso que é invariável), o piloto controla a aproximação.

A geometria de uma aproximação final se mostra na figura abaixo: a aeronave se encontra a uma altura (a) e distância (d) do ponto da pista eleito como referência para pouso, devendo portanto percorrer d milhas enquanto desce a pés de forma simultânea, ou se se prefere de outra forma, descer a pés enquanto percorre d milhas.



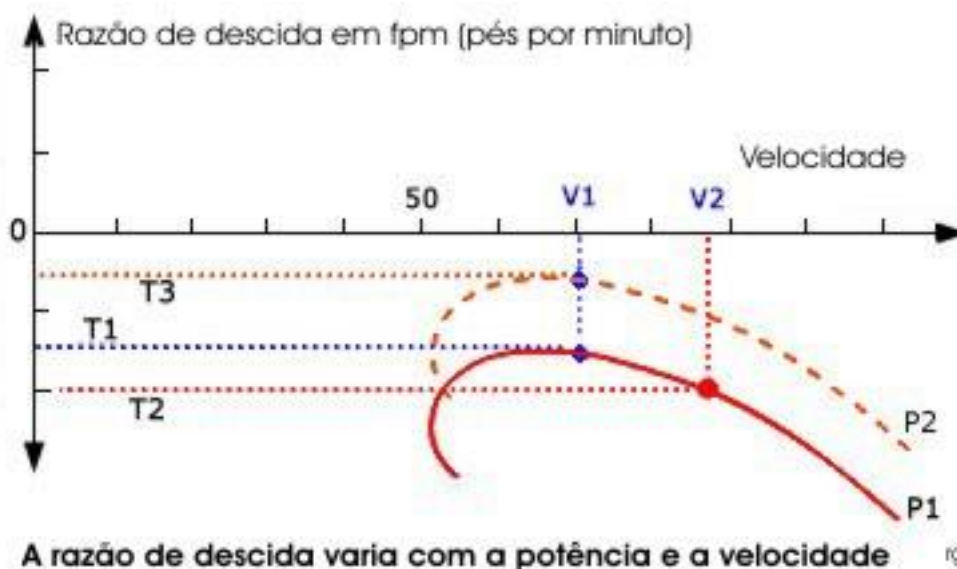
Obviamente, a distancia horizontal d percorrida é função da velocidade do avião respeito ao solo, ou seja, da velocidade aerodinâmica mais/menos a velocidade do vento, enquanto que a distancia vertical a depende da razão de descida. A relação entre a e d é que conhecemos como razão de descida a qual se expressa angularmente na figura como angulo de descida α . Assim pois, o trabalho do piloto consiste em ajustar os parâmetros de voo de forma que, com as premissas mencionadas anteriormente (velocidade e angulo de descida dentro de uns limites), a aeronave percorra ambas distancias de forma simultânea. Na área de descargas tem umas tabelas que relacionam velocidade horizontal, velocidade vertical e angulo de descida.

Ainda com o risco de ser redundante, recordemos como se relacionam, velocidade e razão de descida mediante a curva de potencia :

Para uma mesma potencia ($P1$), a razão de descida ($T1, T2$) varia com a velocidade ($V1$ e $V2$ respectivamente).

Com uma mesma velocidade ($V1$), a razão de descida ($T1, T3$) varia com a potencia ($P1, P2$), a maior potencia menor razão de descida.

Para uma potencia concreta ($P1$ ou $P2$), a melhor razão de descida (maior distancia percorrida por unidade de altura perdida) o proporciona uma velocidade determinada ($V1$), acima ou abaixo desta a razão de descida se empobrece.



Como o angulo de descida α depende da altura a e a distancia horizontal percorrida d , se o piloto varia a velocidade sem reajustar a potencia, ou a potencia sem reajustar a velocidade, está variando também o angulo de descida.

A efeitos práticos, não pense que tem que realizar complexos cálculos sobre velocidades, razões de descida, potencia necessária, velocidade do vento, densidade atmosférica, peso do avião, etc. De forma muito simplificada: em função das circunstâncias (pista, obstáculos, vento, ...) o piloto estima a configuração adequada (flapes, e sem flapes) e a rampa a seguir; adota a melhor velocidade de descida para essa configuração e mantendo a mesma segue a rampa que, salvando os obstáculos, lhe deixe no ponto de referencia nas melhores condições para o arredondamento e posterior corrida para frear. Se afinar nesta estimativa terá que realizar muito poucas correções; ao contrario, uma estimativa incorreta lhe obrigará a efetuar correções mais severas ou em último extremo frustrar o pouso.

Velocidade de aproximação

De acordo com os objetivos perseguidos, podemos deduzir claramente que a velocidade de aproximação deve ser mais alta que a de perda mas não muito mais. Está claro, não queremos nos expor a uma perda mas tampouco a que nos falte pista ou que o arredondamento requeira uma técnica de pilotagem extraordinária. Mas se ademais, essa velocidade proporciona uma boa razão de descida pois muito melhor, a aeronave percorrerá a maior distancia possível descendo mais lentamente e o angulo de descida estará dentro de uma margem razoável. E qual é essa velocidade? Pois a resposta deverá ser encontrar no manual de operação da aeronave. Os números que primeiro se aprendem (pelo que se sabe) durante o treinamento, correspondem a velocidades de rotação e decolagem e de aproximação para pouso.

Os instrutores lhe "cobrarão" durante seu treinamento que mantenha a velocidade: "velocidade e pista, velocidade e pista..." e de fato muitos consideram este fator o mais importante para aterrizar com precisão. Por que essa insistência. Pois pela simples razão que as mudanças de velocidade afetam a sustentação, a velocidade em relação ao solo, a velocidade vertical, ao ângulo de descida, etc.

Estas mudanças ocorrem usualmente porque o piloto mantém constante a atitude de nariz (realmente o ângulo de ataque) para uma determinada potencia, visto que a maioria das aproximações perdidas se devem a um pobre controle da velocidade que de outra coisa.

Os fabricantes incluem nos manuais de operação, com maior ou menor grau de detalhe, as velocidades de aproximação recomendadas para distintas configurações de flape, velocidades que devem proporcionar as melhores razões de descida, mas a experiência diz que não devemos esperar encontrar suficiente informação a respeito, (deve ser paupérrima) ao menos nos manuais conhecidos. Geralmente, estas velocidades correspondem a alguma porcentagem fixa da velocidade de perda ou velocidade mínima de controle para a aeronave em configuração de aterrissagem (V_{so}), ou seja que correspondem a uns coeficientes de sustentação particulares ou o que é o mesmo a uns determinados ângulos de ataque.

Em muitos manuais e livros de pilotagem se diz que na ausência de especificação do fabricante:

- Vento de cauda não voe mais rápido que a velocidade marcada pelo limite superior do arco branco nem mais lento que $1.4 V_{so}$.
- Mantenha essa velocidade até girar a final.
- Deixe que na aproximação final a velocidade caia até $1.3 V_{so}$, ou seja um terço acima da velocidade de perda da aeronave em configuração de pouso. Se por exemplo sua V_{so} é de 60 nós a velocidade de aproximação deveria ser aproximadamente 78 nós ($60 \times 1.3 = 78$).

- Se encontrar turbulências, vento de rajada compense isto com velocidade adicional.

Durante a aproximação final procure manter a velocidade recomendada porque:

- mantém uma margem segura sobre a velocidade de perda;
- a baixa razão de descida assegura uma transição suave no arredondamento facilitando a manobra;
- a desaceleração produzida ao arredondar lhe deixará sobre a pista com uma velocidade suficientemente baixa como para manter a sustentação mínima necessária para culminar a manobra (toque no pouso);
- este mínimo de sustentação permite pousar suavemente o avião (se supõe que está a muito poucos centímetros da superfície) sem fatigar o trem de pouso;
- A corrida posterior ao toque consome o mínimo necessário de pista e permite a desaceleração rápida do avião sem castigar os freios.

E ainda que falamos de velocidades, é muito importante recordar que:

- A melhor razão de descida ou de planeio ocorre com um ângulo de ataque determinado, pelo que:
- a recomendação sobre velocidade de aproximação final é realmente uma recomendação sobre o ângulo de ataque.

Controlar o ângulo de ataque é importante em todas as fases de voo, mas muito especialmente na aproximação final, com o avião voando lento e baixo intencionalmente. Uma forma de manter um ângulo de ataque determinado é mediante a percepção e o controle da atitude e o ângulo de descida. Com ou sem flaps estendidos, o ângulo de ataque depende da diferença angular entre a atitude e a direção de voo; portanto, mantendo um valor definido para estes ângulos se mantém também o valor do ângulo de ataque. Recorde que compensar o avião para o ângulo de ataque desejado e voar movimentando ligeiramente os controles ajuda de forma extraordinária a manter o ângulo de ataque; utilize o compensador.

Recorde também que a melhor informação sobre o ângulo de ataque a proporciona o velocímetro, mas isso não deve significar que este demande toda sua atenção; 10% de sua atenção é suficiente, os outros 90% olhe para fora e utilize suas percepções. Como já se disse, aprenda a perceber o ângulo de ataque. Já lhe ocorreu que o velocímetro pode se avariar? pois pode acontecer. Uma boa instrução deveria incluir aterrizagem sem este instrumento (o instrutor o tampa). Controlar o ângulo de ataque é importantíssimo; se o avião está algo desalinhado com a pista ou ligeiramente alto ou longe, isto não é trágico e veremos que tem fácil solução (em último caso dar motor e arremeter), mas se perder o controle do ângulo de ataque, esse descuido pode terminar com o voo de forma dramática e repentina (perda a baixa altura). Insisto: *controle o ângulo de ataque*.

Ângulo de descida (rampa).

O ângulo de descida é afetado pelas quatro forças fundamentais, de forma que se estas forem constantes o ângulo de descida também será constante em condições de vento nulo. Portanto, para manter um determinado ângulo de descida, se alterarmos alguma força ele exigirá uma mudança coordenada nas restantes. E ainda que o vento desempenha um papel proeminente na aproximação e o piloto não tiver controle sobre ele mesmo, para que se possa corrigir seu efeito mediante os ajustes apropriados em atitude e potência.

E agora a pergunta: que ângulo de descida é o apropriado? A resposta é muito simples: aquele que mantendo a velocidade desejada e sobrevoando os possíveis obstáculos, leve a aeronave do começo da aproximação final até o ponto de referencia eleito sobre a superfície de pouso.

Dentro de uma margem razoável entre 3° e 6° , não é usualmente crítico o ângulo eleito, salvo que as circunstancias obriguem, mas é imprescindível que se tenha em conta as seguintes considerações:

- Se a rampa (ângulo de descida) for demasiada pronunciada, a manobra de arredondamento será mais crítica e dificultosa pois necessitará passar de uma atitude de descida a uma atitude de voo nivelado com maior rapidez, necessitará "afinar" muito mais nesta fase.
- Pelo lado contrario, se a rampa for demasiada "plana", tem que estar seguro que ela lhe permita saltar os obstáculos. O arredondamento neste caso é muito suave, mas a desvantagem (talvez perigo) deste tipo de rampa é que o avião está voando a baixa altura abaixo da conta e isso lhe deixa com muito poucas ou nenhuma opção no caso de falha de motor (figura abaixo).



Em qualquer caso devem ser sentidas as mudanças neste ângulo porque esta é a melhor indicação sobre se o ponto de toque se fará longe do ponto estimado ou pelo contrario não vai alcançar o mesmo.

Conclusão: **"Uma boa aterrissagem é invariavelmente o resultado de uma aproximação bem feita"**. Sua tarefa como piloto consiste em julgar adequadamente a rampa de descida e controlar corretamente a energia total do avião (velocidade + altura) com o objetivo de pousar sobre a superfície com a mínima energia total possível. Isto exige manter constantes a velocidade aerodinâmica e o ângulo de descida.

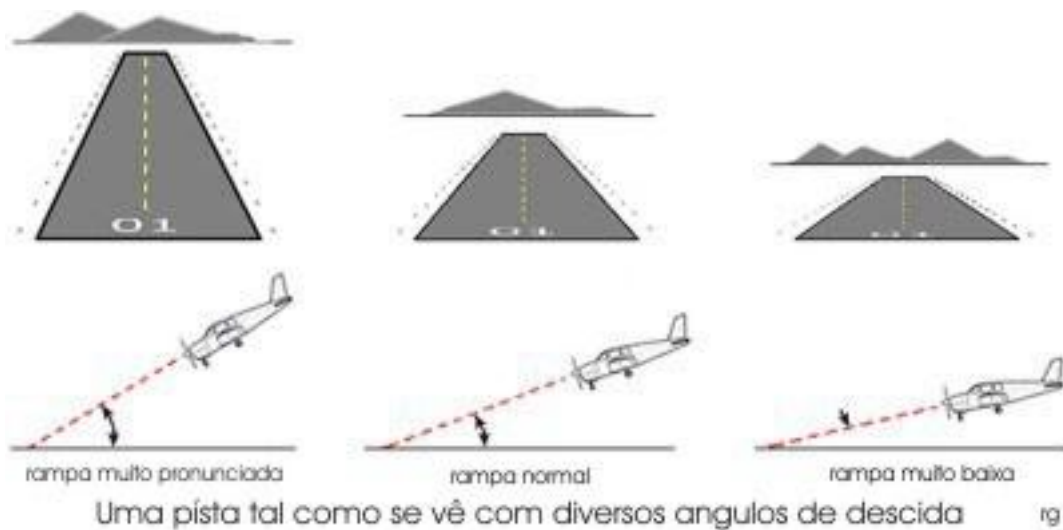
Auxílio dos sentidos.

Ainda que o sentido corporal do movimento supõe uma assistência primaria nos pousos, nas primeiras fases do treinamento não estará todavia suficientemente desenvolvido, assim que em principio deve se apoiar em algo mais, em outros, principalmente no ponto de vista. O fenômeno da perspectiva (uma pista muda de forma aparente quando o ponto de observação do piloto muda) é o mais importante para você.

Estimar com certa precisão a distancia e a profundidade é questão de prática, depende de quão claramente são vistos os objetos e requer que a visão se enfoque propriamente. A velocidade borra os objetos que estão perto, estes se vêem movendo-se juntos, enquanto que os objetos ao longe permanecem quietos se vêem claramente. No momento do pouso deve enfocar sua visão a frente aproximadamente a mesma distancia que o faria viajando em um automóvel a mesma velocidade. "A distancia a qual enfocar a visão deve ser proporcional a velocidade da aeronave". Assim, a medida que a velocidade diminui, a distancia a qual é possível enfocar claramente os objetos parece mais perto.

Agora bem, se sua visão se enfoca muito perto ou diretamente para baixo, os objetos parecem borrosos e as reações serão muito abruptas, muito tardias, ou ambas.

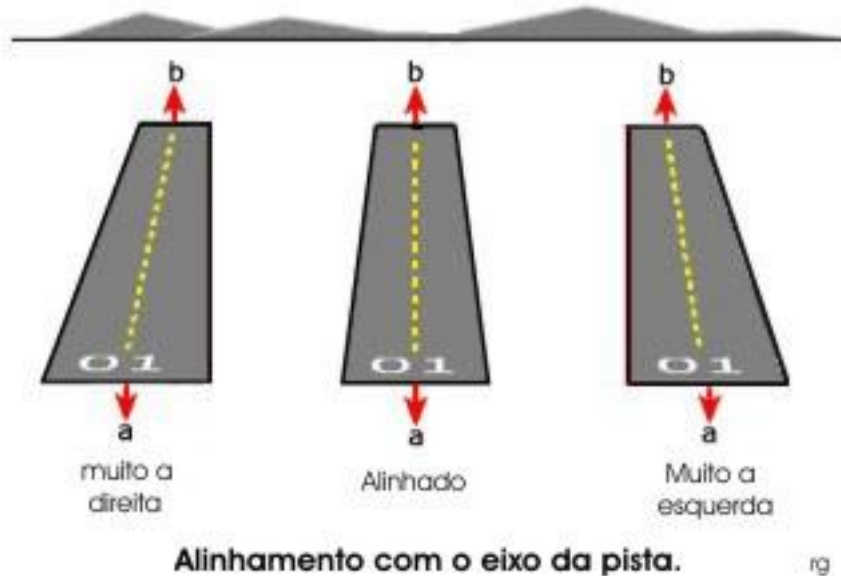
Na aproximação final o começo da pista se vê mais larga que o final da mesma, isso é obvio, como também o é que se mantiver um angulo de descida constante a forma aparente da pista também deve permanecer constante. O piloto vê a pista como um paralelogramo que converge no horizonte, com o lado da aproximação muito mais largo que o lado oposto, ainda que este último tenha realmente a mesma largura. Se o angulo de aproximação for muito pronunciado a pista parecerá mais comprida e estreita; se este angulo for muito pequeno, a pista parecerá como se fosse mais curta e larga. Obviamente, a medida que a aproximação progride a pista se vera cada vez maior, mas se o angulo permanece constante a relação entre os lados e ângulos do paralelogramo da pista permanecerá também constante (figura abaixo).



Alinhamento com o eixo da pista.

Em primeiro lugar, se supõe que se quer aterrizar no eixo da pista, não quer quebrar as luzes de pista com o trem nem nada neste estilo, assim que comece por se alinhar com o eixo da pista. Se fizer bem a curva da perna base para a final economizará bastante trabalho com o alinhamento.

Ainda que a tarefa de se alinhar com um objeto longe sem nenhuma referencia intermediaria é pouco familiar a muita gente, perceber se está centrado ou não com a pista é fácil se se observar um pouco. Observe na figura abaixo como se veria a pista estando alinhado com seu eixo ou deslocado do mesmo. Se observar a linha central e ver o ponto mais longe (b) acima do ponto mais perto (a) então está voando centrado com a pista (figura central). Nos outros dois casos está alinhado com a lateral direita ou com a lateral esquerda e se não conseguir corrigir a trajetória pousará nesta lateral ou fora da pista.



Se perceber que está desalinhado com a linha central, não voe uma trajetória diagonal até o ponto de referencia para a aterrissage, senão que corrija o descentrado *agora* e então voe seguindo a prolongação do eixo da pista. O objetivo é ter o avião acima da linha central da pista e totalmente alinhado com ela quando faça o arredondamento. Se está no começo da aproximação e o descentrado for relativamente grande pode corrigir inclinando as asas e/ou mediante os pedais, mas na curta final, se o descentrado for pouco, ou para manter o alinhamento, deve se acostumar a corrigir só com os pedais. O objetivo é manter o eixo longitudinal da aeronave alinhado com o eixo da pista.

A maioria dos instrutores aconselham, ainda que parece um pouco errado, realizar a aproximação mantendo o eixo da pista entre as pernas.

Desde que é iniciado o arredondamento até estar taxiando sobre a pista, devido a atitude de nariz acima, seguramente não vera a linha central da pista; deve pois se fixar em outras referencias tais como as laterais da pista. Recorde: *A linha central da pista desaparece de sua vista no arredondamento. (aeronaues com trem de pouso convencional).*

Julgando se está alto ou baixo.

Mais importante que manter o alinhamento direita-esquerda com o eixo da pista, é ter o alinhamento adequado acima-abaixo na rampa de aproximação.

O procedimento de usar "truques locais", tais como passar a 1000 pés sobre a caixa d'água, a 800 pés sobre a prefeitura, etc... não é nada recomendável: não funciona em outros aeródromos.

A forma mais inteligente de controlar a rampa de aproximação é observar e controlar diretamente o ângulo da mesma. Numa aproximação instrumental, o indicador eletrônico define normalmente um ângulo de 3° ; em alguns aeródromos existem auxílios visuais tais como o VASI que também o definem, mas ademais de que você não está habilitado para o voo por instrumentos (o qual lhe proíbe aterrizar por instrumentos mas não lhe impede de se servir do VASI), a maioria das vezes não há tais guias, assim que há a necessidade de desenvolver sua própria percepção deste ângulo. De novo deverá recorrer ao fenômeno da perspectiva.

A estratégia a seguir é a seguinte: durante a aproximação escolha um lugar de referência para aterrizar situado abaixo do horizonte um número determinado de graus; se este ângulo não varia, a aeronave se dirigirá até esse ponto; se se incrementa, está indo pousar mais longe do previsto (olho com o comprimento da pista); se diminui, estará ficando curto e não chegará.

Resumindo: A chave consiste em tomar uma referência angular e comprovar se a mesma se mantém ou varia; se a rampa de descida for constante, o ângulo que forma o lugar estimado na superfície respeito a referência no avião ou respeito ao horizonte deverá permanecer invariável; se o ângulo muda você aterrizará em um ponto anterior ou posterior ao estimado na superfície salvo que adote alguma medida.

Ainda que não lhe sirva de consolo, não desanime com as primeiras aproximações, pratique, pratique e pratique, desenvolver a experiência suficiente para reconhecer exatamente onde vai aterrizar é questão de tempo.

Indicadores visuais de aproximação.

Estes indicadores, instalados em muitos aeródromos ainda que não em todos, proporcionam informação visual sobre a rampa de aproximação, de maneira que se o piloto mantém o ângulo de descida previsto por eles, ultrapassará os possíveis obstáculos aterrizando no primeiro terço da pista. Não há que confundir este sistema *visual* (a informação não tem reflexo em nenhum instrumento senão que a interpreta o piloto diretamente pelo que vê) com o sistema *instrumental* ILS (o piloto lê e interpreta as indicações que os instrumentos recebem deste sistema).

Ainda que há distintos tipos de dispositivos que proporcionam este auxílio, aqui só nos referiremos aos dois mais comuns: o VASI e o PAPI. O princípio operacional de ambos se baseia na visão pelo piloto de duas cores: branco e vermelho.

O VASI (siglas de Visual Approach Slope Indicator) ou VASIS (Visual Approach Slope Indicator System), que traduzido livremente é Sistema Visual Indicador de Rampa de Aproximação, consiste em um sistema de luzes, agrupadas em fileiras ou barras horizontais, dispostas de forma especial e visíveis de 3-5 milhas durante o dia e até 20 milhas ou mais durante a noite. A rampa de descida definida pelo VASI assegura a liberação de obstáculos dentro de um arco de $\pm 10^\circ$ e uma distância de 4 milhas náuticas contadas desde a cabeceira da pista.

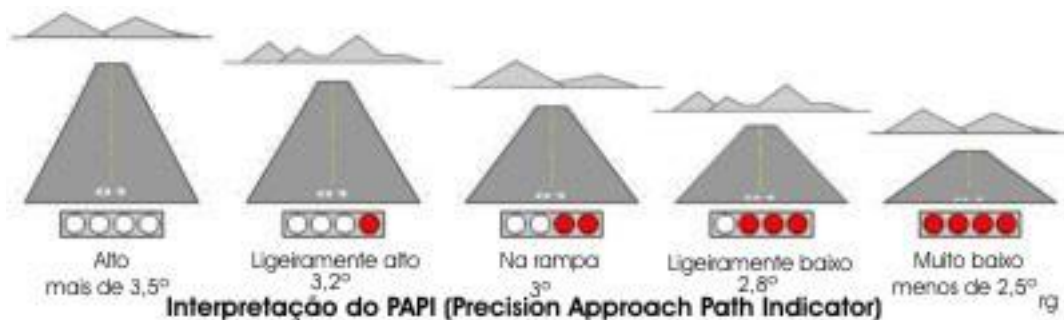
As instalações do VASI podem constar de 2, 4, 6, 12 e incluso 16 lâmpadas dispostas em 2 ou 3 barras, mas a maioria consistem em 2 barras com 2 luzes cada uma, instaladas usualmente no lado esquerdo da pista. Normalmente definem uma rampa de 3° ainda que em alguns lugares pode ser de até 4.5° para proteger o sobrevoo seguro de obstáculos. Os pilotos de aeronaves com altas prestações devem prever que usar um VASI com ângulos superiores a 3.5° pode suclocar um incremento notável do comprimento da pista requerida para pousar.

As lâmpadas de cada barra projetam um feixe de luz de dois segmentos, cada um em um ângulo vertical diferente: o segmento superior é de cor branca e o inferior de cor vermelha e desde a perspectiva do piloto se vê um ou outro mas não ambos. As combinações das duas barras de luzes e seu significado são as que se mostram abaixo.



Com o avião na rampa correta (figura central), o piloto deve ver uma barra (a mais perto) com luzes brancas e outra (a mais afastada) com luzes vermelhas; se estiver descendo por cima da rampa (figura esquerda) verá as ambas barras brancas enquanto que se o faz por baixo (figura direita) as verá de cor vermelha. Resumindo: se ver as duas barras de cor branca está alto, se as vê vermelhas está baixo, e se ver uma de cada cor está na rampa correta.

O PAPI (Precision Approach Path Indicator) é um VASI de precisão com a única diferença que no lugar de dispor as luzes em duas barras as dispõe em uma só. Usa o mesmo princípio que o VASI e suas indicações são as mostradas na fig.6.2.15. Ainda que na figura é mostrada a barra diante da pista por questões de desenho, realmente a barra está instalada no esquerdo.



Ambos indicadores são utilizáveis tanto de dia como de noite e uma mesma pista pode ter um VASI num extremo (p.exemplo pista 04) e um PAPI no outro (pista 22), ou um VASI ou PAPI em cada um mas com ângulos diferentes, etc.

Sob certas condições atmosféricas ou com o sol de frente, os visores brancos podem ser vistos como amarelados ou algo alaranjados. Não sucede o mesmo com os visores vermelhos que devem permanecer inalteráveis.

Resumo da aproximação final.

E agora os critérios gerais para realizar a aproximação final.

- Imediatamente depois de completar a curva desde a perna base, o eixo longitudinal da aeronave deveria estar alinhada com o eixo da superfície de aterrissagem, de maneira que a deriva por vento lateral, se existir, seja rapidamente reconhecida e corrigida.
- Alinhe o avião com o centro da pista e mantenha este alinhamento durante toda a aproximação aplicando pedais (leme de direção). O objetivo é estar voando acima do centro da pista, totalmente alinhado com ela quando se faça o arredondamento.
- Com hélice de passo variável, mova a manete toda a frente (passo mínimo). Se tiver que arremeter este é o passo que lhe proporciona o melhor desenvolvimento da potência.
- Alguns aviões são especialmente dados a formar gelo no carburador, principalmente com tempo frio e em voo descendente. Se for necessário aplique o ar quente ao carburador mas recorde de tira-lo uns pés antes (uns 100') do início do arredondamento. Se houver necessidade de realizar uma arremetida, o ar quente no carburador lhe tira potência.
- Se for pousar com todo flape, termine de baixa-lo agora e espere um pouco para que o avião se adapte a nova configuração.
- Pode ser que precise fazer pequenos ajustes na atitude e potência para manter a velocidade e o ângulo de descida.
- Em qualquer caso, uma vez tenha estabilizadas atitude e velocidade, compense o avião para voar "sem as mãos".
- Se entretanto não tenha recebido permissão da torre para aterrizar, comunique sua posição no final e espere a autorização. Recorde que sem ela não deve aterrizar.
- O fato da torre lhe conceder permissão para pouso não significa que deixe de prestar atenção a outros tráfegos. A responsabilidade final sobre a aeronave e seus ocupantes recai sobre o piloto.
- Controle a velocidade e o ângulo de descida, mantenha-os constantes. Agora mais que nunca recorde que a manete do acelerador controla a razão de subida/descida e o volante (manche) controla o ângulo de ataque e por conseguinte a velocidade. O objetivo é aterrizar no centro do primeiro terço da pista com a velocidade adequada.
- Se o aeródromo dispõe de auxílios visuais a aproximação (VASI ou PAPI) sirva-se de suas indicações, mas recorde que são auxílios e não substitutos de suas decisões.
- Se fez bem seu trabalho nas pernas anteriores e calculou corretamente o começo da aproximação, não terá que realizar apenas correções de velocidade e/ou ângulo de descida.

Algumas aeronaves tem uma baixa razão de descida, percorrem uma boa distância e descem suavemente (planam muito). Outras tem esta razão mais elevada e descem mais rapidamente (planam pouco). Neste último caso pode ser mais cômodo para o piloto manter um regime suave de potência e assim diminuir a razão de descida. Também, um regime suave de potência pode deixar mais fácil a manobra com flape total.

Sumario:

- Pousar uma aeronave, consiste em permitir que esta toque o solo na velocidade vertical mais baixa possível, e em circunstancias normais também a velocidade horizontal (respeito ao solo) mais baixa possível, mantendo um controle adequado.

Definitivamente, se trata de colocar a aeronave em perda a muito poucos centímetros do solo mantendo o controle direcional.

- Tenha a mão e visível a lista de cheque, procurando seguir umas pautas concretas que lhe proporcionem segurança: "vento de cauda...". Se preferir memorizá-la, faça-lo antes de entrar no circuito de trafego.
- O checklist deve cobrir três fases: aproximação, aterrissagem e arremetida (aterrissagem frustrada). Assegure-se que a lista corresponde ao modelo de sua aeronave.
- Em linhas gerais, as fases de uma aterrissagem são: perna base (base leg), aproximação (approach), arredondamento (flare), toque (touchdown) e corrida final (after landing roll).
- Comece a preparação da aeronave para a aterrissagem no último terço da perna do vento. A passagem do avião no começo da pista é uma boa referencia para começar as operações. Trate de visualizar a trajetória de toda a aproximação.
- Preste atenção a presença de tráfegos que lhe precedam na manobra. Não vire base até que o precedente imediato passe na direção a pista pela borda de sua asa; depois ajuste a velocidade e distancia para que aquele possa aterrizar e abandonar a pista. Recorde que não pode aterrizar se a pista não estiver totalmente livre.
- Voe na perna base (perpendicular a pista) corrigindo a deriva produzida pelo vento.
- Até começar a descida, mantenha a altura de circuito e ajuste a velocidade a uma perto a de aproximação.
- Siga completando os procedimentos do checklist e calcule quando começar a descida e onde girar para a aproximação final em função de sua velocidade, configuração elegida para pouso, altura do circuito, força do vento, etc.
- Não faça curvas com um grau de inclinação pronunciado (superior a 30°) pois se encontra com pouca velocidade e a baixa altura. Recorde que a maior grau de inclinação maior é a velocidade de perda.
- Na curva para a final deve deixar a aeronave enfrentando o eixo central da pista. A altura e distancia deve lhe permitir pular os obstáculos e a sua vez realizar uma aproximação suficientemente comprida, que lhe permita estimar e corrigir tanto o ponto de contato como a rampa de aproximação, mas não tão comprida que não possa chegar no caso de falha de motor.
- Faça a aproximação final com a melhor velocidade recomendada segundo a configuração adotada (flapes, etc.) e um angulo de descida que lhe permita fazer um arredondamento suave. O objetivo é pousar no primeiro terço da pista.
- Ainda que o controle do angulo de ataque é importante em todas as fases do vôo, o é muito mais na aproximação final, com o avião voando lento e baixo intencionalmente. Mantenha-o mediante a percepção e o controle da atitude e o angulo de descida. Utilize o compensador e *controle o angulo de ataque*.
- Se o angulo de descida é muito pronunciado ou a velocidade muito elevada, o arredondamento fica mais complicado. Se pelo contrario, o angulo de descida for muito pequeno (rampa plana), a possível facilidade no arredondamento não compensa em absoluto o risco de não alcançar a pista se falhar o motor.
- *Um bom pouso é invariavelmente o resultado de uma aproximação bem feita.* Julgue a rampa de descida e manuseie corretamente a energia total do avião (velocidade + altitude) para pousar sobre a superfície com a mínima energia total possível. Mantenha a velocidade aerodinâmica e a rampa de aproximação com um angulo de descida constante.
- Utilize os sentidos, especialmente o da perspectiva (na distancia e na profundidade) para manter o alinhamento com a pista e o angulo de descida. *"A distancia a qual focar a visão deve ser proporcional a velocidade do avião"*.

- Julgue se está alto ou baixo do ponto de referencia para aterrizaz em função do angulo com que observa dito ponto. Se a medida que desce este angulo se incrementa, sobrevoará essa referencia; se diminui, não chegará nela. Em ambos caso se impõe tomar alguma medida.
- Tanto o VASI como o PAPI proporcionam ao piloto ajuda visual para manter a rampa de aproximação adequada.

Aterrizaz bem é questão de tempo, a melhor recomendação é que: pratique, pratique e pratique.