

## **Aviation fuel crossfeed ... Why can't we do it?!**

*By Tom Clements, April 20, 2015*

### **Alimentação cruzada de combustível ... Por que não podemos fazer!?**

*Tom Clements – 20/04/2015*

*Every Pilot's Operating Handbook (POH) for the various King Air models contains a prohibition against using "Aviation fuel crossfeed" except when one engine is inoperative. In the case of the A90, B90, and C90 variants, the POH also allows crossfeed when one side's boost pump is inoperative.*

Cada Manual de Operação de Piloto (POH - *Pilot's Operating Handbook*) para os vários modelos King Air contém uma proibição contra o uso de "alimentação cruzada de combustível de aviação" (*Aviation fuel crossfeed*), exceto quando [i] um motor estiver inoperante. No caso das variantes A90, B90 e C90, o POH também permite alimentação cruzada (*crossfeed*) quando [ii] a bomba de combustível (*boost pump*) de um lado está inoperante.

*This prohibition means that we are not allowed to crossfeed (1) to correct a fueling imbalance, side-to-side, or (2) to consume the remaining fuel as rapidly as possible from a side that has sprung a large leak. Why can't we do this? Why are we prevented from taking advantage of this desirable option in these two cases?*

Essa proibição significa que não podemos fazer a alimentação cruzada (1) para corrigir um desequilíbrio (desbalanceamento) de abastecimento, lado x lado, ou (2) consumir o combustível restante o mais rápido possível de um lado que tenha um grande vazamento. Por que não podemos fazer isso? Por que somos impedidos de aproveitar essa opção desejável nesses dois casos?

*The crossfeed prohibition did not exist until after the POHs got revised in the mid- and late-1970s. Prior to that, pilots could and did use crossfeed as needed to correct a fueling imbalance. The case of a major tank leak is so rare – and probably only of great concern when far from land on an oceanic ferry flight – that I will not address it again in this discussion.*

A proibição de alimentação cruzada não existia até depois que os POH foram revisados em meados e final da década de 1970. Antes disso, os pilotos podiam e usavam alimentação cruzada (*crossfeed*) conforme necessário para corrigir um desequilíbrio (desbalanceamento) de abastecimento. O caso de um grande vazamento de tanque é tão raro – e provavelmente apenas de grande preocupação quando longe de terra em um voo de travessia oceânica – que não vou abordá-lo novamente nesta discussão.

*In fact, all King Air models, including the latest 350 variants, are designed and manufactured with sufficient pump capacity and fuel line capacity that feeding both engines from one side's fuel supply can physically be done, even during periods of maximum fuel flow. Knowing this, it is apparent that the crossfeed limitation did not originate with the engineering designers; instead it came from Beech's legal team.*

De fato, todos os modelos King Air, incluindo as últimas variantes "350", são projetados e fabricados com suficientes capacidades de bomba e de linha de combustível (*fuel line*) que alimentar os dois motores a partir do fornecimento do sistema de um dos lados pode fisicamente ser feito, mesmo durante períodos de máximo fluxo de combustível (*Maximum Fuel Flow*). Sabendo disso, é presumível que a limitação de alimentação cruzada não se originou com os engenheiros-projetista; ao invés, a limitação veio do quadro pessoal jurídico da Beech

*In June 1974, a Beechcraft BE95 Travel Air – the 180 horsepower Lycoming-powered predecessor to the Baron – experienced fuel starvation to both engines, crashed, caught fire, and killed the four occupants. Investigation revealed that both engines had been drawing fuel from the same tank on one side, the exhaustion of which led to the double engine failure. The fuel selectors*

*were positioned properly for this crossfeed situation. The pilot never repositioned the fuel selectors such that he could feed the engines from the existing fuel in the other tanks.*

Em junho de 1974, um Beechcraft BE95 *Travel Air* - o antecessor de 180 HP do [bimotor a pistão] *Baron*, com motor Lycoming - experimentou falta de combustível em ambos os motores, caiu, pegou fogo e matou os quatro ocupantes. A investigação revelou que ambos os motores estavam sendo alimentados por combustível do mesmo tanque de um lado, cuja exaustão levou à falha dupla de motor. Os seletores de combustível foram posicionados adequadamente para esta situação de alimentação cruzada. O piloto nunca reposicionou os seletores de combustível de forma que pudesse alimentar os motores com o combustível existente nos demais tanques.

*Although most aviation-savvy people thought this was an obvious case of pilot error, a jury trial found Beech to be liable for a "Failure to Warn." Huh? I guess the jury thought there should be something like, "Thou shalt not feed all engines from one tank, run said tank dry, and not utilize the remaining fuel in other tanks!"*

*That tongue-in-check type of warning never got inserted into revised POHs, but the crossfeed prohibition we have lived with ever since came as a direct response to this infamous legal case.*

Embora a maioria das pessoas com experiência em aviação pensou que este era um caso óbvio de erro do piloto, um julgamento comum (por júri) considerou a Beech responsável por uma "falha em avisar/alertar". Huh? Acho que o júri pensou que deveria haver algo como: "Você não deve alimentar todos os motores de um mesmo tanque, deixar esse tanque secar e não utilizar o combustível restante em outros tanques!"

Esse tipo de aviso "irônico" nunca foi inserido em POH revisado, mas a proibição de alimentação cruzada com a qual vivemos desde então veio como uma resposta direta a esse infame caso legal.

*A chapter in my "The King Air Book" discusses the C90's fuel system in depth and one of the discussion points therein tries to highlight the absurdity of prohibiting crossfeed except with an engine out, while at the same time allowing the feeding of both engine's from one fuel supply following a boost pump failure. In other words, the fuel system designers specifically intended feeding both engine's from one supply while the lawyers, later, told them not to do so.*

Um capítulo em meu livro "*The King Air Book*" discute o sistema de combustível do C90 em profundidade e um dos pontos de discussão nele tenta destacar o absurdo de proibir a alimentação cruzada exceto com um motor "cortado" (inoperante), ao mesmo tempo em que permite a alimentação de ambos os motores de um suprimento de combustível após uma falha de bomba de combustível (*boost pump*) Em outras palavras, os projetistas do sistema de combustível pretendiam especificamente alimentar os dois motores a partir de uma fonte de suprimento, enquanto os advogados, mais tarde, disseram a eles para não fazê-lo.

*The fact is that any King Air's fuel system can supply fuel to both engines from one side's nacelle tank. It is quite obvious that the degree of risk has gone higher when this is done, since fuel contamination or exhaustion (of that tank) will affect both, not just one, powerplant.*

O fato é que qualquer sistema de combustível de King Air pode fornecer combustível para ambos os motores a partir do tanque de nacela de um lado. É bastante óbvio que o grau de risco aumenta quando isso é feito, uma vez que a contaminação ou exaustão do combustível (desse tanque) afetará ambos, não apenas um, motor.

*Realizing that increased risk, I am sure that few, if any, pilots would choose to feed both engines from one tank while near the ground: During takeoff, initial climb, approach, and landing. On the other hand, I believe most pilots would be willing to accept the increased risk while established in*

*cruise at an altitude high enough to permit glide and airstart procedures in the event the unlikely happened.*

*The actual fuel imbalance limitation varies widely among the various King Air models, from no limitation being stated to a high of 1,000 pounds in the 200-series and to a low of 200 pounds in the C90B and later 90 models. Unless the fuel load can be equalized between the two sides, it means that our endurance and range calculations must always be based on the side with the lesser amount of fuel.*

*For example, if the FBO's fuel truck broke down, leaving our B200 with about 1,300 pounds on one side (full main), but only 700 pounds on the other, instead of basing our fuel calculations on the total 2,000 pounds the airplane contains, we'd need to plan our flight based on an available fuel load of 1,400 pounds, double the low side figure. This assumes the two engine's fuel consumption rates are the same, which is a reasonable assumption.*

Percebendo esse maior risco, tenho certeza de que poucos pilotos, se houver, optariam por alimentar ambos os motores de um mesmo tanque perto do solo - durante a decolagem, subida inicial, aproximação e pouso. Por outro lado, acredito que a maioria dos pilotos estaria disposta a aceitar o risco aumentado enquanto estiver nivelado e estabilizado em cruzeiro a uma altitude elevada o suficiente para permitir procedimentos de planeio e partida de motor em vôo (*airstart*) no caso do improvável acontecer.

A limitação real do desequilíbrio (desbalanceamento) de combustível varia amplamente entre os vários modelos King Air, desde nenhuma limitação sendo declarada a um valor de 1.000 lb. na série 200 (máximo) e a um valor de 200 lb. (mínimo) no C90B e modelos posteriores 90. A menos que a carga (peso) de combustível possa ser equalizada entre os dois lados, isso significa que nossos cálculos de alcance e autonomia devem sempre ser baseados no lado com a menor quantidade de combustível.

Por exemplo, se o caminhão de abastecimento de combustível de uma provedora logístico aeroportuário (FBO) quebrou, deixando nosso B200 com cerca de 1.300 lb. de um lado (*full main/principal* cheio), mas apenas 700 lb. do outro lado, com um total de 2.000 lb. e com uma diferença (desbalanceamento) de 600 lb., em vez de basear nossos cálculos de combustível no total de 2.000 lb. que o avião contém, nós precisaríamos planejar nosso vôo com base em uma carga de combustível disponível de 1.400 libras, o dobro do menor valor por lado no exemplo (de 700 lb.) [obs.: na hipótese da carga (peso) de combustível não poder ser equalizada entre os dois lados]. Isso pressupõe que as taxas de consumo de combustível dos dois motores sejam as mesmas, o que é uma suposição razoável.

*On the other hand, suppose we departed with the fuel imbalance – that a little aileron trim would easily handle – and by the time we set up cruise at top-of-climb we are now down to 500 pounds on the low side and 1,100 pounds on the high side. If we now use crossfeed to supply the high side fuel to both engines, in about an hour 600 pounds will have been consumed, the fuel would be balanced; we could stop crossfeeding and proceed with the original 2,000 pounds usable.*

Por outro lado, suponha que partimos com o desequilíbrio (desbalanceamento de combustível) - que um pouco de ajuste de aileron resolveria facilmente - e no momento em que configuramos o cruzeiro, no topo da subida, agora estamos com 1.100 lb. no lado mais abastecido (lado "mais") e com 500 lb. no lado menos abastecido (lado "menos") e, um total de 1.600 lb. e com uma diferença (desbalanceamento) de 600 lb. Se agora usarmos a alimentação cruzada para fornecer o combustível do lado "mais" (lado mais abastecido) para ambos os motores, em cerca de uma hora 600 lb. terão sido consumidas, e o combustível (entre os lados) estaria equilibrado [obs.: lado "1" = 500 lb. e lado "2" = 1.100-600=500 lb., perfazendo o total remanescente de 1.000 lb.]; poderíamos interromper alimentação cruzada e prosseguir o vôo (em termos de alcance e autonomia) conforme planejamento inicial contando com 2.000 lb. originais utilizáveis do abastecimento para a decolagem.

Obs.:

Combustível [lb.]			
	lado "1"	lado "2"	"1+2"
Abastecimento	1.300	700	<b>2.000</b>
Subida	200	200	
	1.100	500	<b>1.600</b>
Cruzeiro (01 h) (crossfeed)	600	0	
	500	500	<b>1.000</b>

Aut./alc.

*Do you see why it's quite desirable to have that crossfeed arrow in your quiver of alternatives?!*

Você vê por que é bastante desejável ter esse recurso ("prata") de alimentação cruzada (crossfeed) em seu rol de alternativas ("caixa")?!

*If you are ever going to do this – of course, in direct violation of the POH limitation – it would surely be a bummer to forget that you were now feeding both engines from one tank, run the tank empty, and perhaps have a replay of the 1974 accident! Setting a timer, sticking a post-it note on the instrument panel, moving your watch to the other wrist ... any "bugging" technique such as one of these is a great idea to remind you to go back to normal operation when balance is achieved.*

Se você for fazer isso - é claro, em violação direta da limitação do POH - certamente seria frustrante e chato esquecer que agora você estaria alimentando os dois motores de um mesmo tanque, e deixando o tanque esvaziar e talvez havendo uma repetição do acidente de 1974!

Definir um cronômetro, colar uma nota-lembrete no painel de instrumentos, mover o relógio para o outro pulso ... qualquer técnica de "bug" [indicador] como uma dessas é uma ótima ideia para lembrá-lo de voltar à operação normal quando o balanceamento dos tanques laterais for obtido.

*Let me conclude by giving a brief tutorial about sending fuel from one nacelle tank to the opposite engine, or to both engines if you do not have an engine shut down. Although the fuel always originates from the outlet of the nacelle tank, realize that how the wing fuel gets into the nacelle varies quite a bit between the various models. For models with a filler cap near the wingtip, the nacelle tank is simply the lowest member of the set of fuel tanks that comprise the main system. For the LJ-series, the nacelle tank must be fed via the transfer pump or gravity flow, and gravity flow causes 28 gallons on that side to become unusable.*

*Because of a checkvalve that prevents flow into a nacelle tank from the crossfeed line, also realize that we never flow fuel from the tanks on one side into the tanks of the opposite side. No, we only feed engines with fuel in the crossfeed line, we never flow that fuel into tanks.*

*So, to crossfeed, first we need a shove coming from the bottom of a nacelle tank, and that push can only be supplied by an electric boost pump or standby pump. Second, we need a path to the other side: An open crossfeed valve and line. Third, we need to guarantee that an opposing shove is not coming from the other side.*

*For the LJ-serial number series, just move the crossfeed switch to Open and turn off the boost pump on the low fuel side. For E90s, A100s, and B100s, turn on the high side's standby pump, move the crossfeed switch to Open, and make certain the low side's standby pump is off. For the F90-, 200-, and 300-series, merely move the Crossfeed switch left or right, towards the lower side, and verify that both standby pump switches are off.*

*Here is something of significant importance: Since, with the exception of the 350 model, the crossfeed annunciator only indicates that power is being sent to the valve, not that the crossfeed*



*valve actually opened, we could have a failure of the valve, leading to no crossfeed taking place, yet the annunciator could still illuminate. Similarly, if the feeding standby pump were to stop operation, crossfeed would cease but fuel flow would continue normally, each side feeding its own engine.*

*Therefore, there is only one 100% accurate verification that you are indeed feeding the high side fuel to the opposite engine or to both engines: The high side fuel quantity goes down and the low side fuel quantity remains constant. Make absolutely certain that you check the fuel gauges regularly and confirm carefully that indeed the high side is decreasing.*

*Twice in my 42-years of King Air experience, I have discovered airplanes in which crossfeed worked backwards! One case, a 200 had the crossfeed switch mis-wired such that it turned on the incorrect, opposite, standby pump. The other situation, a 350 had the left fuel gauges connected to the right side tanks and vice versa!*

Deixe-me concluir dando um breve tutorial sobre como levar (transferir) combustível de um tanque de nacele para o motor do lado oposto, ou para ambos os motores se você não tiver um motor inoperante.

Embora o combustível sempre se origine da saída do tanque da nacele, perceba que a forma como o combustível do tanque da asa entra na nacele varia bastante entre os vários modelos. Para os modelos com tampa de abastecimento próxima à ponta da asa, o tanque da nacele é simplesmente o membro mais baixo do conjunto de tanques de combustível que compõem o sistema principal. Para a série [sn] "LJ-", o tanque da nacele deve ser alimentado através da bomba de transferência (*transfer pump*) ou fluxo por gravidade (*gravity flow*), e o fluxo por gravidade (*gravity flow*) faz com que 28 galões [cerca de 106 litros, ou 86 kg/190 lb.] desse lado se tornem inutilizáveis.

Por causa de uma válvula de controle - retenção (*checkvalve*) que impede o fluxo para um tanque de nacele a partir da linha de alimentação cruzada (*crossfeed line*), também perceba que nunca transferimos combustível dos tanques de um lado para os tanques do lado oposto. Não, apenas alimentamos motores com combustível na linha de alimentação cruzada, nunca transferimos esse combustível para os tanques.

Então, para alimentação cruzada (*crossfeed*), primeiro precisamos de uma mobilização [do combustível] vinda do fundo de um tanque de nacele, e essa só pode ser fornecida por uma bomba auxiliar elétrica ou bomba reserva (*electric boost pump / standby pump*), segundo, precisamos de um "caminho" para o outro lado: uma válvula de alimentação cruzada (*crossfeed valve*) aberta e uma linha, e, terceiro, precisamos garantir que uma mobilização [de combustível] contrária (opositora) não venha do outro lado.

Para os aparelhos com numeração seriada "LJ-", basta mover a chave de alimentação cruzada (*crossfeed switch*) para posição "Aberto" ("*Open*") e desligar a bomba (*boost pump*) do lado de menos combustível.

Para os modelos E90, A100 e B100, ligue a bomba auxiliar do lado de mais combustível, mova a chave de alimentação cruzada (*crossfeed switch*) para posição "Aberto" (*Open*) e certifique-se de que a bomba auxiliar do lado menos abastecido esteja desligada.

Para as séries F90, 200 e 300, simplesmente mova a chave de alimentação cruzada (*crossfeed switch*) para posição "Esquerda" ("*Left*") ou "Direita" ("*Right*"), em direção ao lado menos abastecido, e verifique se ambos os interruptores da bomba auxiliar (*standby pump*) estão desligados.

Aqui está algo de significativa importância: com exceção do modelo "350", como o anunciador de alimentação cruzada apenas indica que a fonte de energia está sendo enviada para a

válvula, não que a válvula de alimentação cruzada realmente abriu; assim, poderíamos ter uma falha da válvula, levando a não ocorrer alimentação cruzada, mas o anunciador ainda pode acender. Da mesma forma, se a bomba auxiliar (*standby pump*) de alimentação parasse de operar, a alimentação cruzada cessaria, mas o fluxo de combustível continuaria normalmente, cada lado alimentando seu próprio motor.

Portanto, há apenas uma verificação 100% precisa de que você está realmente alimentando o combustível do lado mais abastecido para o motor oposto ou para ambos os motores: a quantidade de combustível lado mais abastecido [lado “alimentador”] diminui e a quantidade de combustível do lado menos abastecido [lado “alimentado”] permanece constante. Certifique-se de verificar os medidores-indicadores de combustível regularmente e confirme cuidadosamente que, de fato, o lado “mais” (lado mais abastecido - lado “alimentador”) está diminuindo.

Duas vezes em meus 42 anos de experiência de King Air, descobri aviões nos quais a alimentação cruzada (*crossfeed*) funcionava ao contrário! Em um caso, um “200” teve a chave da alimentação cruzada com fiação incorreta, de modo que ligou a bomba auxiliar/reserva incorreta, oposta. A outra situação, um “350” tinha os medidores-indicadores de combustível esquerdo conectados aos tanques do lado direito e vice-versa!

*In closing, please realize that this article is instructional in nature, meant to increase the reader’s systems knowledge. Be careful out there!*

Para encerrar, por favor, perceba que este artigo é de natureza instrucional, destinado a aumentar o conhecimento de sistemas do leitor. Cuidado lá fora, por aí!

#### Tom Clements

O cmt. Tom Clements voa e dá instrução em King Air ao longo de 46 anos, acumulando experiência de vôo de mais de 23.000 horas, sendo mais de 15.000 horas em King Air

É instrutor de vôo (CFI) com “credencial de ouro”

É fundador e com atividade de mentor ativo do centro de instrução King Air Academy, em Phoenix/EUA

É autor do livro “*The King Air Book*”

É articulista permanente da revista mensal King Air Magazine, com a coluna “*Ask de the expert*” (Pergunta ao especialista)