

## AKK - Sistema de Recuperação

Contribuição de Bruno Ferreira Porto  
04 de December de 2007  
Última Atualização 11 de December de 2007

Já existem alguns detalhes definidos no sistema, sendo este de dois estágios contidos na mesma seção e ejeção por separação de seções. Os dois estágios usarão pára-quadras como fonte de arrasto. O primeiro passo é a definição de seus tamanhos, para tal será usada a tabela do grupo Vatsaas, discutida em Sistemas de Recuperação .

O primeiro estágio descerá a 15 m/s de forma estável para diminuir os efeitos do arrasto lateral. Para um foguete de 4 kg e apogeu de 3000 m em relação ao nível do mar (considerando que o foguete será lançado em uma região a aproximadamente 800 m de altitude) a planilha indica um pára-quadras de 0,35 m<sup>2</sup> de área, considerando o coeficiente de arrasto recomendado na planilha. Para o segundo estágio o foguete deve descer a uma menor velocidade para evitar danos na aterrissagem, portanto, a velocidade de aproximadamente 5 m/s foi estipulada e uma altitude de 1100 m (portanto, a 300 m acima do solo) o resultado foi um pára-quadras de 1,50 m<sup>2</sup>. Simulações do sistema no software Launch para este conjunto de pára-quadras confirmaram que esta combinação é capaz de trazer o foguete ao solo muito próximo a base de lançamento com ventos de até 5 m/s e ângulo de lançamento inferior a 10° da vertical, confirmando o projeto dos pára-quadras.

Os dois foram construídos a partir de tecidos de nylon impermeável com reforços de corda de nylon tubular e cordeletes de montanhismo. A Figura 101 resume o processo de fabricação do pára-quadras do primeiro estágio. A seqüência está numerada na figura onde também se notam os detalhes construtivos do sistema. A fabricação do pára-quadras principal segue a mesma linha, diferindo apenas em sua dimensão, uma foto dos dois para uma comparação da escala pode ser vista na Figura 102.

Figura 101 - Fabricação do pára-quadras do primeiro estágio.

Figura 102 - Conjunto de pára-quadras do foguete AKK.

Como todo o sistema será acomodado em uma única seção pode-se ter um único cordão umbilical conectando as duas seções e o conjunto de pára-quadras. O segundo estágio será liberado por uma trava, presa a bolsa de soltura do pára-quadras principal, sendo que o pára-quadras do primeiro estágio está preso a bolsa. A Figura 103 possui o esquema de recuperação em cada passo, além do estudo de encordoamento. O cordão umbilical tem suas extremidades ancoradas em cada seção nos pontos A e F da figura. O comprimento dos pára-quadras com seus cordeletes são de 1,10 m para o primeiro estágio, a distância DE na figura, e 2,35 m para o segundo, BB'. A bolsa, distância B'C, terá 0,3 m, assim como a distância EF. O comprimento AB inclui a distância da ancoragem A até a borda seção tubular acrescido de 0,20 m para que o elo do pára-quadras principal não comprometa a estrutura da borda do tubo.

Figura 103 - Esquema de recuperação do AKK e estudo de encordoamento.

A seção central havia sido proposta em 0,60 m no projeto estrutural, porém, após prontos os pára-quedas suas dimensões de empacotamento foram estudadas, Figura 104, e o comprimento da seção teve de ser aumentado. O conjunto ocupa cerca de 0,70 m de comprimento, considerando uma pequena folga para os dispositivos de ejeção, portanto,  $AB = 0,90$  m e o foguete possui uma nova geometria geral. Na Figura 104 a bolsa não está presente e os pára-quedas não foram dobrados de forma criteriosa, o propósito era apenas a medição do conjunto.

Figura 104 - Sistema de recuperação do AKK organizado da forma em que ficará no interior da seção.

O comprimento do cordão umbilical é a soma de todos os comprimentos do estudo de encordoamento, considerando o efeito dos nós. No caso deste cordão, serão: dois nós Laís de guia duplo, Nó\_LGD, com terminação em nó de frade, Nó\_F, para as ancoragens e três nós borboleta, Nó\_B, para os pára-quedas e bolsa. Uma série de nós foi feita com suas cordas marcadas e depois desmontadas, tendo seus comprimentos medidos. Sendo Nó\_LGD= 220 mm, Nó\_F= 130 mm e Nó\_B= 200 mm. Logo o comprimento total da corda,  $L_{Umb}$ , que compõe o cordão umbilical é de:

Equação 127

A Figura 105 apresenta o sistema de recuperação distribuído de forma a deixar aparente seu cordão umbilical com os pára-quedas em suas devidas posições. O ponto de ancoragem próximo ao pára-quedas do primeiro estágio estará preso a junção B, na seção traseira do foguete, a outra extremidade do cordão ficará presa a junção A entre a seção frontal e central.

Figura 105 - Cordão umbilical do AKK, com suas ancoragens, pára-quedas e ponto de fixação da bolsa.