

5. RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE CONTATO PIG / TUBO – CASOS BASE

Nos experimentos para determinação da força de contato pig / tubo foram utilizados os seguintes tipos de pigs:

- Pig de disco de poliuretano
- Pig de espuma liso
- Pig de espuma com raspadores
- Pig de copo de poliuretano

O pig de disco era puxado por sua parte frontal que possuía uma argola de aço à qual o cabo de aço era conectado. O pig de copo e os pigs de espuma eram tracionados por sua parte traseira. Cada um desses três pigs possuía um furo passante em sua linha de centro através do qual era passada uma barra roscada de 1/4" de diâmetro. Numa extremidade dessa barra roscada era fixada uma arruela que ficava em contato com a parte traseira do pig, transmitindo-lhe o movimento. Na outra extremidade da barra roscada era fixado o cabo de aço.

A seguir são apresentados os resultados obtidos nos experimentos para determinação da força de contato pig / tubo para os quatro tipos de pigs utilizados neste trabalho.

5.1. Força de contato Pig de disco / tubo – caso base

O pig de disco utilizado nos experimentos tinha as seguintes características:

- Fabricante: Hidropig
- Diâmetro dos discos (2 discos): 158,2 mm
- Espessura dos discos: 8,9 mm
- Diâmetro da arruela: 99,3 mm
- Peso: 5400 g
- Oversize no tubo de teste: 3,8%

As Figuras 36 e 37 apresentam respectivamente o desenho esquemático e a fotografia do pig de disco utilizado nos experimentos.

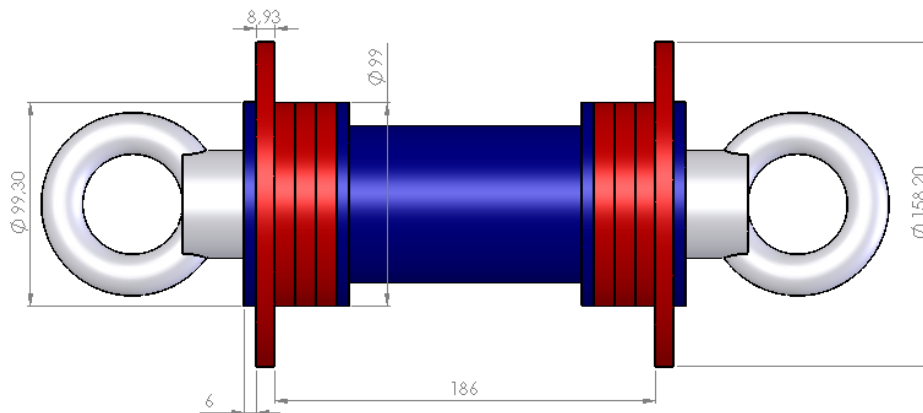


Figura 36 – Desenho esquemático do pig de disco

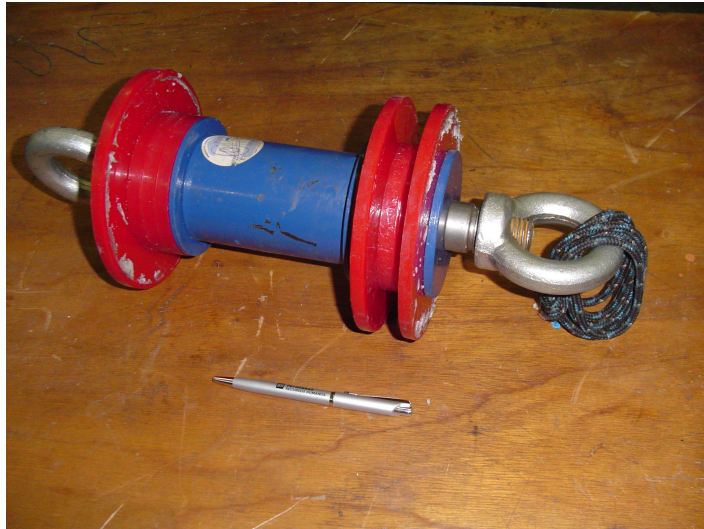


Figura 37 – Pig de disco utilizado nos testes

Nos testes para medição da força de contato entre o pig de disco e a parede do tubo foram feitas cinco passagens. Os testes seguiram o procedimento apresentado anteriormente no item 4.4.1. Antes dos testes o tubo foi lubrificado com a mistura de parafina (80%) e óleo Spindle (20%). A Figura 38 apresenta o gráfico das cinco passagens realizadas com o pig de disco. No gráfico a abscissa representa a distância ao longo dos tubos dada em milímetros, enquanto a ordenada representa a força medida em kgf. As linhas horizontais coloridas na figura indicam o comprimento de cada um dos três tubos de teste. Três conjuntos de linhas verticais tracejadas são apresentadas na figura. Em cada conjunto de linha, a linha central indica a interface entre dois tubos adjacentes, enquanto as linhas laterais servem de referência para o comprimento do pig. Este comprimento é dado pela distância de uma linha lateral à linha central.

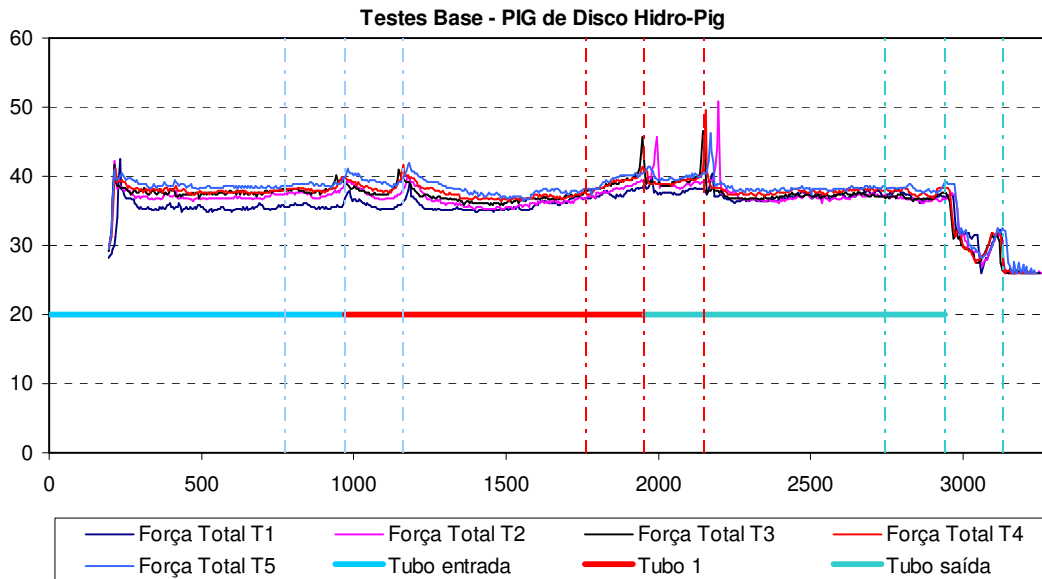


Figura 38 – Gráfico dos testes base com o Pig de disco

A Figura 39 apresenta o gráfico obtido a partir das médias das leituras feitas nas cinco passagens representadas no gráfico anterior.

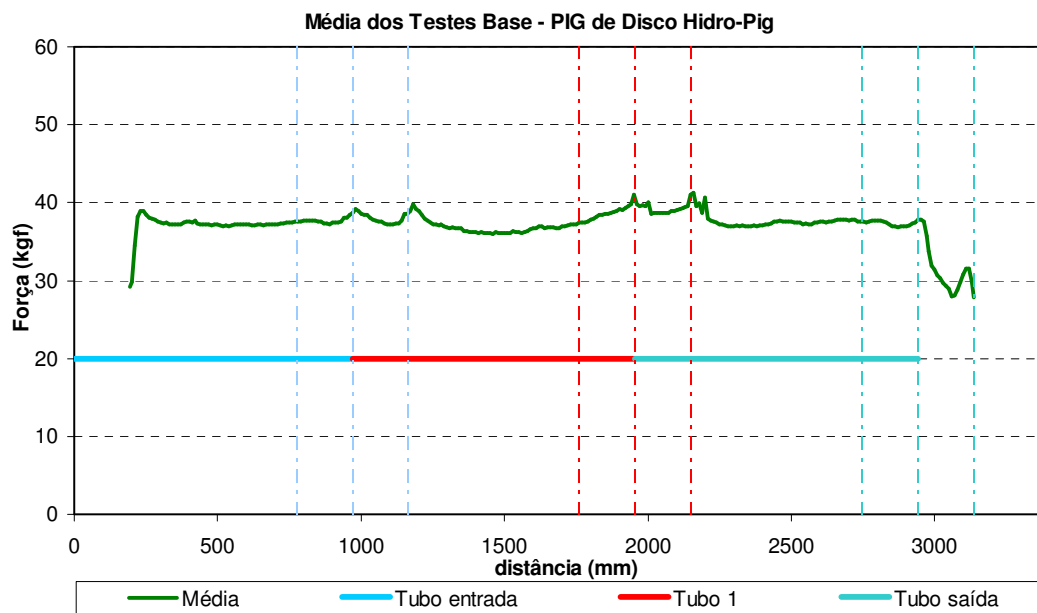


Figura 39 – Gráfico com a média dos testes base com o Pig de disco

Observa-se pelo gráfico acima que, inicialmente a força aumentou até aproximadamente 38 kgf na coordenada 250 mm. Após vencer a força de atrito estático, a força diminuiu apresentando uma média de 37 kgf no tubo de entrada. No momento em que o primeiro disco entrou no tubo central, na coordenada 990 mm a força aumentou para 39 kgf devido ao pequeno ressalto existente no encaixe entre esse tubo e o tubo de entrada, retornando em seguida para 37 kgf. Esse aumento de força ocorreu novamente no momento em que o segundo disco entrou no tubo central, caindo novamente e apresentando uma média de 37 kgf ao longo de sua passagem no tubo central.

No momento em que o primeiro disco entrou no tubo de saída, na coordenada 1950 mm a força aumentou para 41 kgf devido ao pequeno ressalto existente no encaixe entre esse tubo e o tubo de central, retornando em seguida para 37 kgf. Esse aumento de força ocorreu novamente no momento em que o segundo disco entrou no tubo central, caindo novamente e apresentando uma média de 37,5 kgf ao longo de sua passagem no tubo de saída.

Pela análise do gráfico acima, pode-se considerar a força média de contato entre o pig de disco e a parede do tubo medida no experimento como sendo de 37 kgf.

5.2. Força de contato Pig de espuma / tubo – caso base

O pig de espuma liso modelo RS-7 fabricado pela TDW e conhecido como *Redskin* utilizado nos experimentos tinha as seguintes características:

- Fabricante: TDW
- Modelo: RS-7
- Diâmetro: 161 mm
- Comprimento útil: 220 mm
- Peso: 770 g
- Oversize no tubo de teste: 5,6%

As Figuras 40 e 41 apresentam respectivamente o desenho esquemático e uma fotografia do pig espuma RS-7 utilizado nos experimentos.

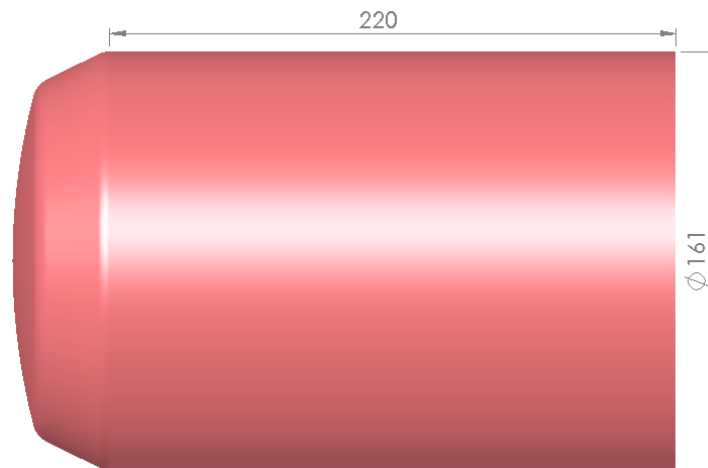


Figura 40 – Desenho esquemático do pig espuma RS-7



Figura 41 – Pig espuma RS-7 utilizado nos testes

Nos testes para medição da força de contato entre o pig de espuma RS-7 e a parede do tubo foram feitas cinco passagens. Os testes seguiram o procedimento apresentado anteriormente no item 4.4.1. Antes dos testes o tubo foi lubrificado com a mistura de parafina (80%) e óleo Spindle (20%).

A Figura 42 apresenta o gráfico obtido através das médias das leituras feitas nas cinco passagens realizadas para medição da força de contato entre o pig de espuma RS-7 e a parede do tubo. As linhas verticais tracejadas mostram as posições onde terminam cada um dos três tubos de 6 polegadas que compunham a seção de testes.

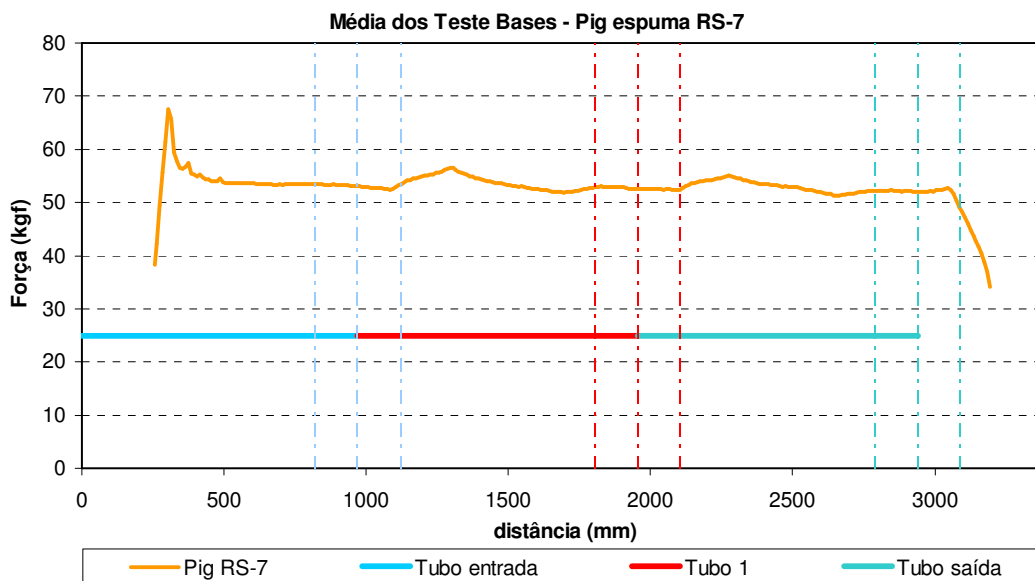


Figura 42 – Gráfico com a média dos testes base com o Pig espuma RS-7

Observa-se pelo gráfico acima que, inicialmente a força aumentou até aproximadamente 67 kgf na coordenada 305 mm. Após vencer a força de atrito estático, a força diminuiu apresentando uma média de 54 kgf no tubo de entrada. No tubo central a força chegou a apresentar um pico de 56 kgf na coordenada 1315 mm, mas a média no tubo central ficou em cerca 52,5 kgf. No tubo de saída a força medida apresentou uma média de aproximadamente 52 kgf.

Pela análise do gráfico acima, pode-se considerar a força média de contato entre o pig de espuma e a parede do tubo medida no experimento como sendo de 53 kgf.

5.3. Força de contato Pig de espuma com raspadores/ tubo – caso base

O pig de espuma com raspadores de poliuretano utilizado nos experimentos tinha as seguintes características:

- Fabricante: TDW
- Modelo: RRR-7
- Diâmetro: 161,5 mm
- Comprimento útil: 220 mm
- Peso: 1100 g
- Oversize no tubo de teste: 6,0%

A Figura 43 apresenta uma fotografia do pig espuma RRR-7 utilizado nos experimentos.

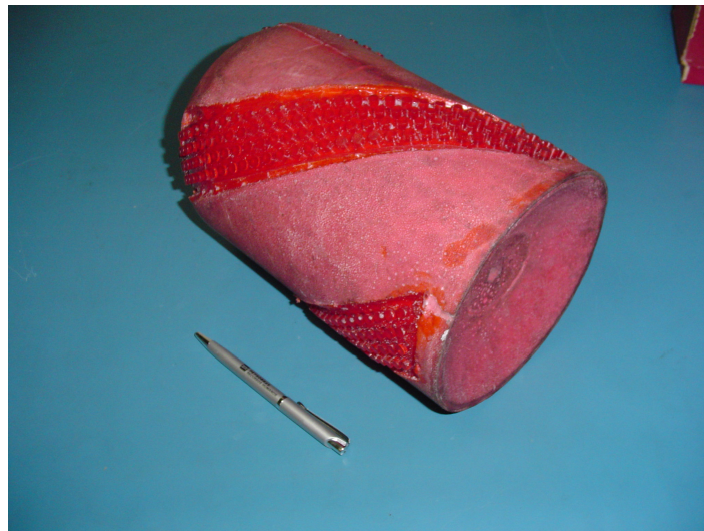


Figura 43 – Pig espuma RRR-7 utilizado nos testes

Nos testes para medição da força de contato entre o pig de espuma com raspadores RRR-7 e a parede do tubo foram feitas cinco passagens. Os

testes seguiram o procedimento apresentado anteriormente no item 4.4.1. Antes dos testes o tubo foi lubrificado com a mistura de parafina (80%) e óleo Spindle (20%).

A Figura 44 apresenta o gráfico obtido através das médias das leituras feitas nas cinco passagens realizadas para medição da força de contato entre o pig de espuma com raspadores RRR-7 e a parede do tubo. As linhas verticais tracejadas mostram as posições onde terminam cada um dos três tubos de 6 polegadas que compunham a seção de testes.

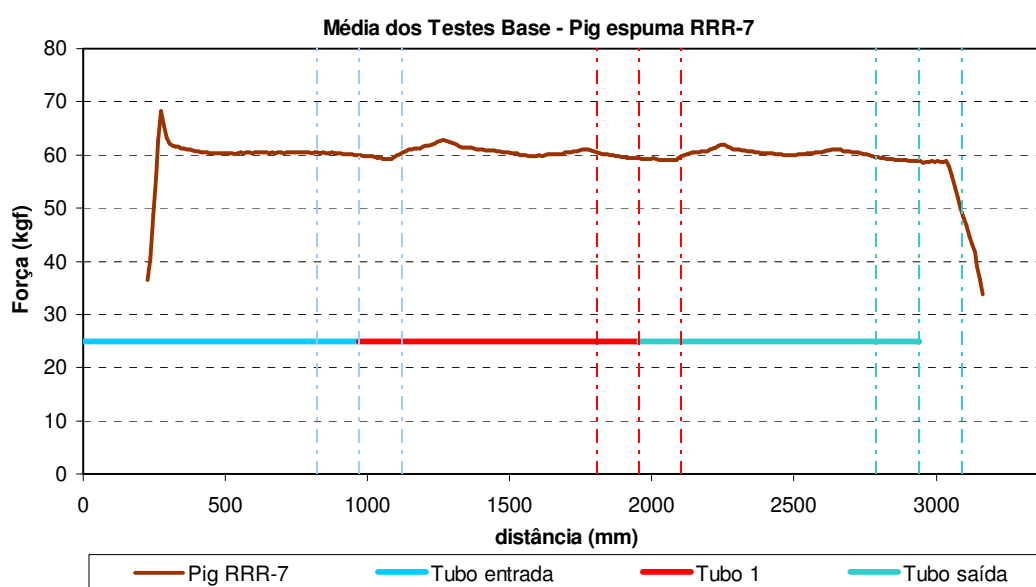


Figura 44 – Gráfico com a média dos testes base com o Pig espuma com raspadores RRR-7

Como nos casos anteriores, observa-se pelo gráfico acima que, inicialmente a força aumentou até aproximadamente 68 kgf na coordenada 275 mm. Após vencer a força de atrito estático, a força diminuiu apresentando uma média de 60,5 kgf no tubo de entrada. No tubo central a força chegou a apresentar um pico de 62,5 kgf na coordenada 1275 mm, mas a média no tubo central ficou em cerca 61 kgf, que se manteve no tubo de saída.

Pela análise do gráfico acima, pode-se considerar a força média de contato entre o pig de espuma com raspadores RRR-7 e a parede do tubo medida no experimento como sendo de 62 kgf.

5.4. Força de contato Pig de copo / tubo – caso base

O pig de copo de poliuretano utilizado nos experimentos tinha as seguintes características:

- Fabricante: TDW
- Modelo: Vantage
- Diâmetro: 163,5 mm
- Espessura do copo: 27 mm
- Peso: 3200 g
- Oversize no tubo de teste: 7,3%

As Figuras 45 e 46 apresentam respectivamente o desenho esquemático e uma fotografia do pig de copo Vantage utilizado nos experimentos.

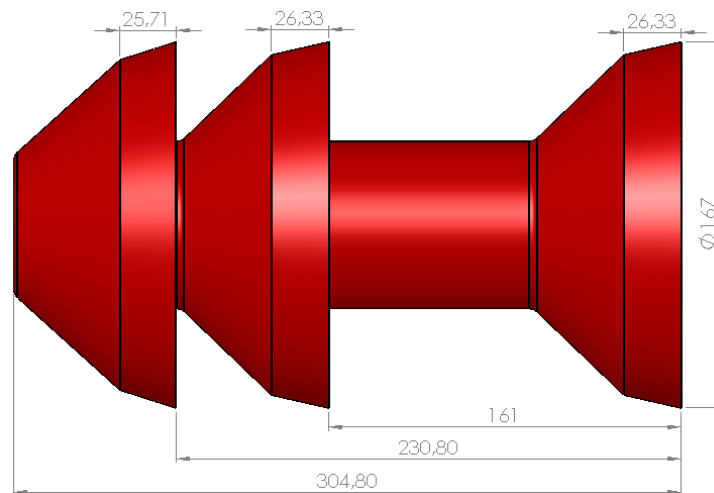


Figura 45 – Desenho esquemático do pig de copo Vantage

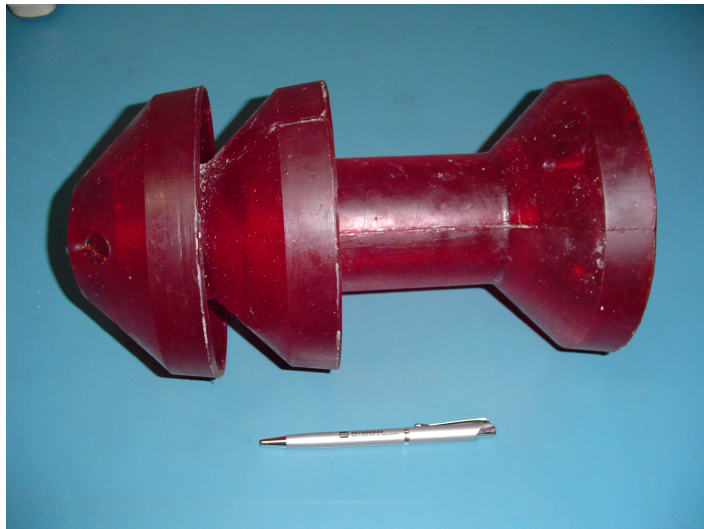


Figura 46 – Pig de copo Vantage utilizado nos testes

Nos testes para medição da força de contato entre o pig de copo Vantage e a parede do tubo foram feitas cinco passagens. Os testes seguiram o procedimento apresentado anteriormente no item 4.4.1. Antes dos testes o tubo foi lubrificado com a mistura de parafina (80%) e óleo Spindle (20%).

A Figura 47 apresenta o gráfico obtido através das médias das leituras feitas nas cinco passagens realizadas para medição da força de contato entre o pig de copo Vantage e a parede do tubo. As linhas verticais tracejadas mostram as posições onde iniciam cada um dos três tubos de 6 polegadas que compunham a seção de testes.

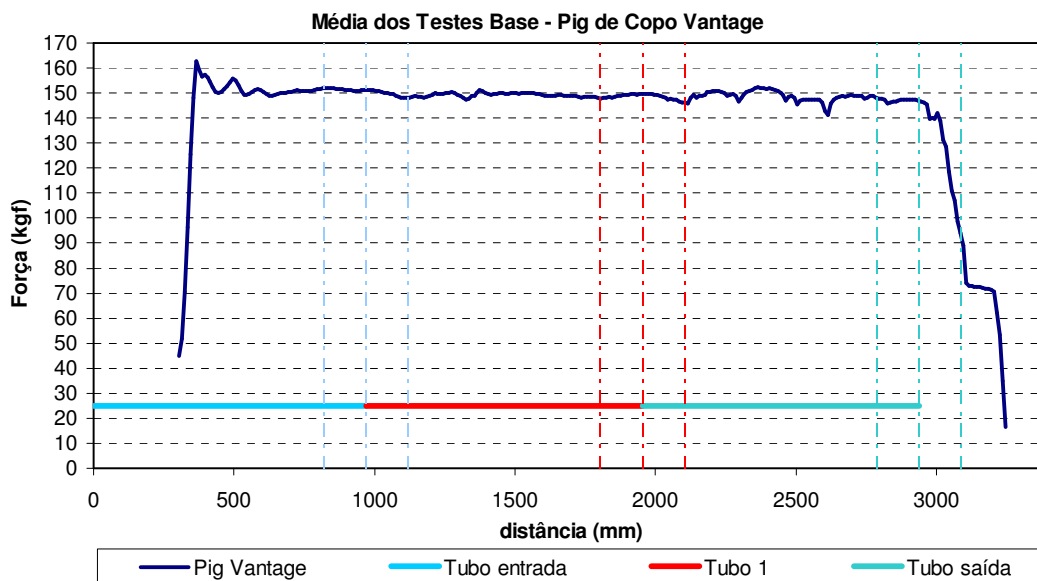


Figura 47 – Gráfico com a média dos testes base com o Pig de copo Vantage

Observa-se pelo gráfico acima que, inicialmente a força aumentou até aproximadamente 163 kgf na coordenada 365 mm. Após vencer a força de atrito estático, a força diminuiu apresentando uma média de 151 kgf no tubo de entrada. No tubo central a média ficou em cerca 150 kgf e no tubo de saída foi de aproximadamente 149 kgf.

Pela análise do gráfico acima, pode-se considerar a força média de contato entre o pig de espuma com raspadores RRR-7 e a parede do tubo medida no experimento como sendo de 150 kgf.

A Figura 48 apresenta o gráfico comparativo das médias dos testes base dos pigs utilizados nos experimentos. Em resumo, os resultados finais foram os seguintes:

- Pig de disco: 37 kgf
- Pig de espuma: 53 kgf
- Pig de espuma com raspadores: 62 kgf
- Pig de copo: 150 kgf

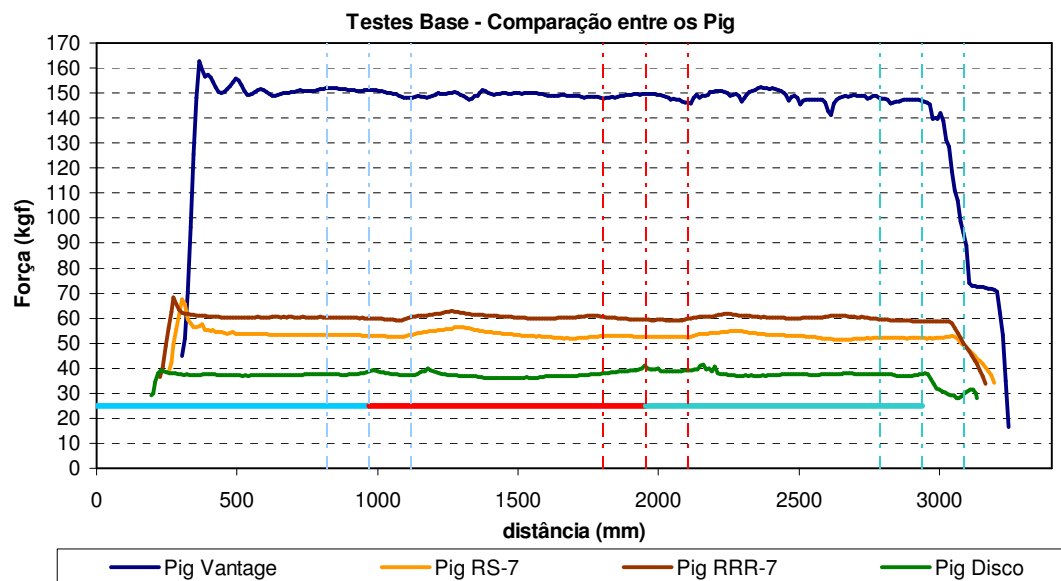


Figura 48 – Gráfico comparativo das médias dos testes base dos Pigs testados