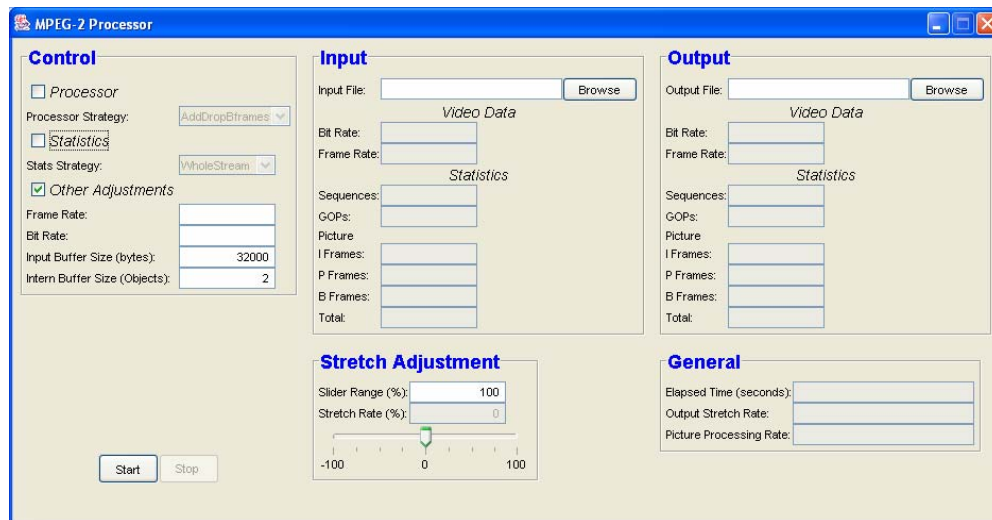


## 6 Resultados

A implementação atual contempla as operações desempenhadas pelos módulos Demux e Ajuste em Vídeo, além da estrutura dos controladores de ajuste. Para o módulo Demux, todas as funções previstas são disponibilizadas, enquanto que a implementação do módulo de Ajuste em Vídeo realiza a compressão e expansão do fluxo de vídeo sem executar as operações necessárias ao controle de ocupação do *buffer*.

Para a realização dos testes, foram utilizados computadores baseados nos processadores Intel Pentium IV e Intel Pentium III, com sistemas operacionais Windows 2000 e Windows XP.

Para a avaliação controlada dos parâmetros envolvidos nas operações de compressão e expansão do tempo de exibição, foi utilizada a interface gráfica apresentada na Figura 36, de modo a permitir a variação das diferentes variáveis de forma independente e dinâmica, tais como o fator de ajuste, algoritmo de ajuste elástico e quantidade de memória utilizada no armazenamento dos elementos da sintaxe do MPEG. Os principais parâmetros observados foram: a qualidade do vídeo modificado, em termos de continuidade e suavidade na mudança dos quadros; a duração final do vídeo modificado; a precisão da taxa de ajuste obtida em relação ao fator de ajuste solicitado; e a taxa de processamento de figuras, através da qual se obtém o intervalo total de tempo necessário para a execução do ajuste.



**Figura 36: Interface gráfica de testes.**

A interface está dividida em cinco painéis. O painel de controle (*Control*) permite a escolha do algoritmo de ajuste elástico a ser utilizado, da estratégia de coleta de dados estatísticos, e dos parâmetros de taxa de quadros e de bits, assim como os tamanhos do *buffer* de entrada e do buffer circular intermediário. Os parâmetros taxa de bits e taxa de quadros visaram à verificação do efeito, durante a apresentação, causado pela alteração desses parâmetros no fluxo original.

Os painéis de entrada e saída (*Input* e *Output*) disponibilizam os dados estatísticos obtidos dos arquivos de entrada e de saída, em termos de quantidade de cada tipo de quadro presente nos fluxos de entrada e saída, assim como da quantidade de outros elementos importantes da sintaxe do padrão. Através desses dados, é possível reconhecer se o algoritmo é realizado de forma correta.

O painel de controle da taxa de ajuste elástico (*Stretch Adjustment*) permite ao usuário alterar dinamicamente o fator de ajuste desejado. O valor desse fator é representado em relação ao arquivo original, em termos percentuais, podendo ser positivo ou negativo, proporcionando o aumento ou diminuição da taxa de exibição de quadros, respectivamente.

O painel geral (*General*) informa ao usuário parâmetros de desempenho do sistema, tais como o tempo total para a realização do processamento de ajuste elástico, a taxa de ajuste elástico obtida no arquivo de saída e taxa de processamento de figuras, em quadros por segundo. Através do tempo de execução do processo e da taxa de processamento de figuras, é possível reconhecer se as operações de ajuste podem ser consideradas como em tempo real.

## 6.1. Resultados dos testes

A seguir, são apresentados os resultados dos testes realizados em dois grupos de vídeos. O primeiro grupo é composto por quatro vídeos muito utilizados para testes e avaliações de operações de edição de vídeos MPEG-2 (*Mobile and Calendar*, *Cactus and Comb*, *Table Tennis 1* e *Table Tennis 2*). Como esses vídeos não contêm muito movimento, o segundo grupo contém vídeos com mais movimentos e mudanças de cena. Esse grupo é composto por cinco vídeos MPEG-2 (*Piscina*, *Sparrow*, *Spacecraft*, *Heron* e *TeleMídia*), gerados a partir da conversão de vídeos no padrão AVI para o MPEG-2 através da ferramenta *Easy Video Converter*. As principais características dos vídeos utilizados como exemplos são mostradas na Tabela 10 e na Tabela 11.

**Tabela 10: Grupo 1 - Vídeos MPEG-2 utilizados em testes.**

Características	Vídeos			
	<i>Mobile and Calendar</i>	<i>Cactus and Comb</i>	<i>Table Tennis 1</i>	<i>Table Tennis 2</i>
Tamanho do arquivo	7,18 MB	2,68 MB	7,17 MB	7,17 MB
Taxa em bits	490 Kbps	183 Kbps	489 Kbps	490 Kbps
Dimensões	704x576	352x288	704x480	704x576
Taxa em quadros	25 fps	25 fps	29,97 fps	25 fps
Número de quadros	375	375	450	375
Duração	15 s	15 s	15 s	15 s

**Tabela 11: Grupo 2 - Vídeos MPEG-2 utilizados em testes.**

Características	Vídeos				
	<i>Piscina</i>	<i>Sparrow</i>	<i>Spacecraft</i>	<i>Heron</i>	<i>TeleMídia</i>
Tamanho de arquivo	22,19 MB	6,49 MB	6,14 MB	7,48 MB	10,61 MB
Taxa em bits	732 Kbps	730 Kbps	307 Kbps	731 Kbps	363 Kbps
Dimensões	352x288	720x480	640x480	720x480	320x240
Taxa em quadros	29,97 fps	29,97 fps	29,97 fps	29,97 fps	24 fps
Número de quadros	930	273	613	314	718
Duração	31 s	9 s	20 s	10 s	29 s

É necessário, também, considerar as características dos exemplos quanto à quantidade de mudanças de cenas, uma vez que influencia diretamente no tamanho dos quadros e, conseqüentemente, no tempo de processamento necessário.

Visando as aplicações em formatadores hiperâmia, nos quais fatores de ajuste de cerca de 10% são adequados para facilitar a sincronização entre os diferentes objetos que compõem uma apresentação, e buscando-se investigar o comportamento das operações de compressão e expansão de forma mais

abrangente, evidenciando-se seus efeitos, foram utilizados fatores de ajuste compreendidos no intervalo [0,7: 1,3]. Fatores de ajuste menores que 1,00 significam que a duração do vídeo modificado será menor que a do original, e vice-versa.

#### *Qualidade de exibição*

Em relação à qualidade da exibição, as variações de até cerca de 10% são quase imperceptíveis, ou seja, inserem uma modificação difícil de ser detectada pelo usuário final. Para grandes alterações do tempo de exibição, o processo de replicação de quadros causa a impressão de parada do vídeo. Assim, vídeos que possuam muito movimento têm sua qualidade de exibição comprometida. Resultado semelhante é obtido quando há o descarte de grande quantidade de quadros. Nesse caso, notadamente para vídeos com muito movimento, a diferença entre as imagens de quadros vizinhos pode ser grande, comprometendo a continuidade do movimento de imagens do vídeo.

#### *Precisão de ajuste*

Quanto à precisão do ajuste em relação ao fator solicitado, o sistema demonstrou que converge rapidamente para o valor informado pelo usuário. Os resultados são apresentados, para os grupos 1 e 2, respectivamente, na Tabela 12 e na Tabela 13. Verificando-se os dados, tem-se que o maior erro relativo cometido foi de 0,49%.

A precisão e o tempo de convergência do ajuste estão diretamente relacionados com quantidade e o ordenamento de figuras de cada tipo no fluxo de vídeo. Em vídeos de longa duração, esses erros podem comprometer a sincronização intermídia, exigindo a atuação do formatador para garantir a manutenção da sincronia.

Tabela 12: Grupo 1 - Erro relativo devido ao ajuste elástico.

Taxa solicitada	Mobile and Calendar		Cactus and Comb		Table Tennis 1		Table Tennis 2	
	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro
0,70	0,6987	-0,19%	0,6987	-0,19%	0,7000	0,00%	0,6987	-0,19%
0,75	0,7493	-0,09%	0,7493	-0,09%	0,7489	-0,15%	0,7493	-0,09%
0,80	0,8000	0,00%	0,8000	0,00%	0,8000	0,00%	0,8000	0,00%
0,85	0,8480	-0,24%	0,8480	-0,24%	0,8489	-0,13%	0,8480	-0,24%
0,90	0,8987	-0,15%	0,8987	-0,15%	0,9000	0,00%	0,8987	-0,15%
0,95	0,9493	-0,07%	0,9493	-0,07%	0,9489	-0,12%	0,9493	-0,07%
1,00	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%
1,05	1,0508	0,08%	1,0508	0,08%	1,0512	0,12%	1,0508	0,08%
1,10	1,1016	0,15%	1,1016	0,15%	1,1002	0,02%	1,1016	0,15%
1,15	1,1497	-0,02%	1,1497	-0,02%	1,1514	0,13%	1,1497	-0,02%
1,20	1,2005	0,04%	1,2005	0,04%	1,2004	0,04%	1,2005	0,04%
1,25	1,2513	0,11%	1,2513	0,11%	1,2494	-0,04%	1,2513	0,11%
1,30	1,2995	-0,04%	1,2995	-0,04%	1,3007	0,05%	1,2995	-0,04%

Tabela 13: Grupo 2 - Erro relativo devido ao ajuste elástico.

Taxa solicitada	Piscina		Sparrow		Spacecraft		Heron		TeleMídia	
	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro	Taxa obtida	Erro
0,70	0,7000	0,00%	0,6996	-0,05%	0,7031	0,44%	0,7006	0,09%	0,6992	-0,12%
0,75	0,7495	-0,07%	0,7509	0,12%	0,7537	0,49%	0,7484	-0,21%	0,7493	-0,09%
0,80	0,8000	0,00%	0,7985	-0,18%	0,8026	0,33%	0,7994	-0,08%	0,7994	-0,07%
0,85	0,8495	-0,06%	0,8498	-0,02%	0,8515	0,18%	0,8503	0,04%	0,8496	-0,05%
0,90	0,9000	0,00%	0,8974	-0,28%	0,9005	0,05%	0,8981	-0,21%	0,8997	-0,03%
0,95	0,9495	-0,06%	0,9487	-0,13%	0,9494	-0,06%	0,9490	-0,10%	0,9499	-0,01%
1,00	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%	1,0000	0,00%
1,05	1,0507	0,07%	1,0516	0,15%	1,0505	0,05%	1,0519	0,18%	1,0502	0,01%
1,10	1,1003	0,03%	1,1032	0,29%	1,0993	-0,06%	1,1003	0,03%	1,1003	0,03%
1,15	1,1499	-0,01%	1,1508	0,07%	1,1481	-0,17%	1,1522	0,20%	1,1505	0,04%
1,20	1,2007	0,06%	1,2024	0,20%	1,1986	-0,12%	1,2007	0,06%	1,2006	0,05%
1,25	1,2503	0,02%	1,2500	0,00%	1,2474	-0,21%	1,2491	-0,07%	1,2508	0,06%
1,30	1,2999	-0,01%	1,3016	0,12%	1,2962	-0,29%	1,3010	0,08%	1,3009	0,07%

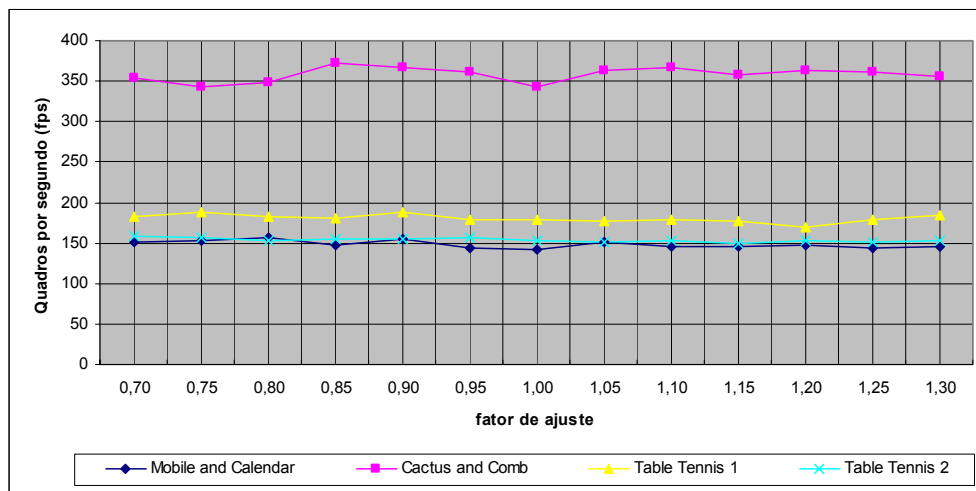
### Taxa de processamento de figuras

A taxa de processamento de figuras é um parâmetro importante, pois indica se o tempo necessário para a realização das operações de ajuste elástico impacta no desempenho da apresentação hipermídia. O processo de adaptação de ajuste elástico deve ser executado em tempo real, introduzindo o mínimo retardo possível devido ao seu processamento. Obviamente, para que um objeto audiovisual localizado remotamente possa ser processado pelo sistema de ajuste elástico, é necessário um controle sobre a transmissão do objeto para o ambiente de apresentação, através de alternativas tais como o *prefetch* ou o controle dinâmico da taxa de transmissão necessária.

A taxa de processamento de figuras é dependente das características de cada vídeo, tais como resolução geométrica, quantidade de bits utilizada na codificação das figuras, e dos processos e *threads* ativos no computador. Os resultados obtidos são mostrados na Figura 37, para o grupo 1, e na Figura 38, para o grupo 2. Em todos os exemplos utilizados foram obtidas taxas maiores ou iguais a 100 quadros

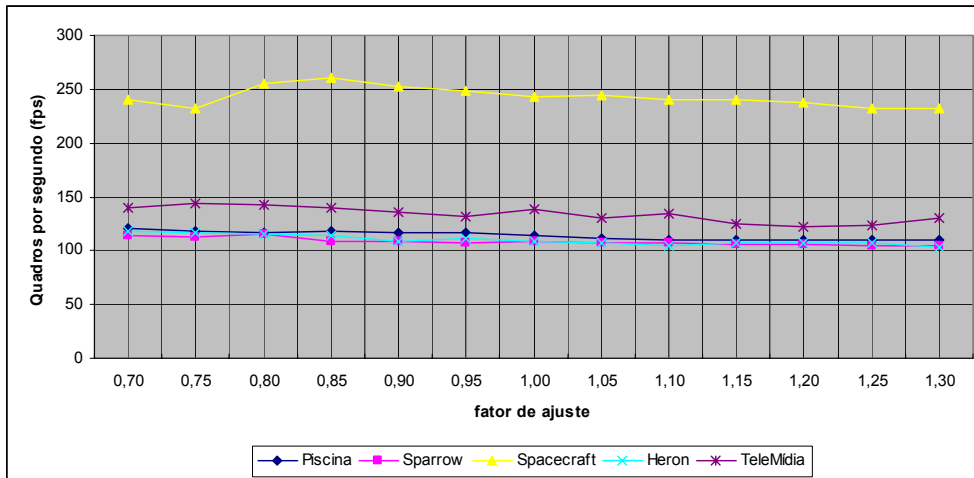
por segundo. Considerando-se que a taxa de quadros dos arquivos de entrada variavam entre 24 e 29,97 quadros por segundo, percebe-se que o desempenho do sistema é adequado, reforçando o atendimento ao requisito de processamento em tempo real.

É importante ressaltar que o processo de adaptação é iniciado logo após a solicitação de ajuste. Ou seja, a taxa de processamento de figuras não indica o tempo de resposta a partir do instante de solicitação de ajuste, mas traduz a capacidade do sistema de processar uma taxa de quadro substancialmente superior em relação à taxa de exibição de quadros de vídeos.



**Figura 37: Grupo 1 - Taxa de processamento de quadros.**

A taxa de processamento para o vídeo *Cactus and Comb* foi consideravelmente superior às dos outros fluxos. Isso se deve à quantidade de dados presentes nesse vídeo, cuja resolução geométrica é inferior às dos outros vídeos. Para vídeos com quantidade de dados semelhante, a taxa de processamento de quadros foi similar.

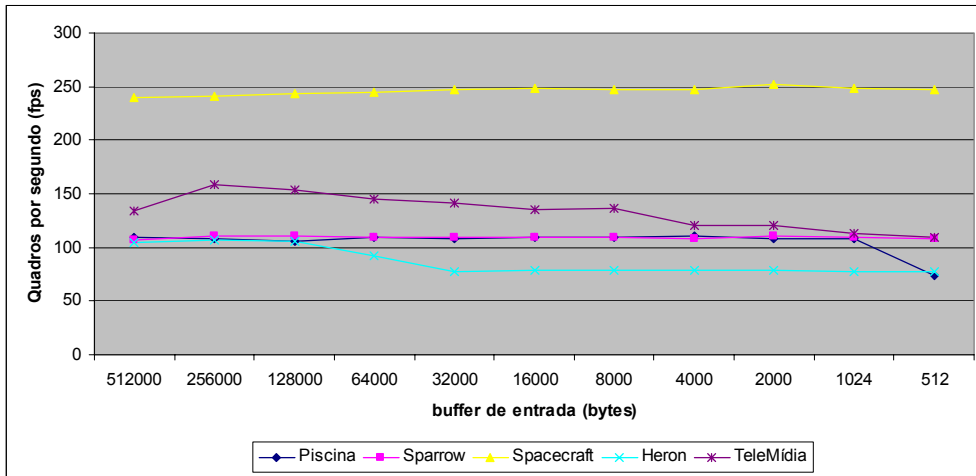


**Figura 38: Grupo 2 - Taxa de processamento de quadros.**

Na Figura 38, tem-se que a taxa de processamento do vídeo Spacecraft foi significativamente superior às taxas dos outros fluxos. Isso se deve à menor quantidade de bits utilizada na codificação das figuras, o que resulta no requisito de uma taxa de transmissão inferior, como pode ser observado através da taxa em bits desse fluxo.

#### *Requisitos de memória de entrada*

Com o objetivo de avaliar o impacto dos recursos de memória sobre o desempenho do sistema e considerando a restrição de que toda seqüência tem que conter, ao menos, uma figura, foi avaliado o impacto introduzido sobre a taxa de processamento de figuras de acordo com o tamanho do *buffer* de entrada utilizado, particularmente para os vídeos que apresentam maior movimento nas cenas. O número de seqüências armazenadas internamente pelo módulo Ajuste em Vídeo foi fixado em 2 para prover independência entre as operações de entrada e de saída do sistema e o fator de ajuste escolhido foi 1,10, cujo valor é próximo ao limite a ser utilizado por um formatador. Os resultados podem ser visualizados na Figura 39, evidenciando que, para cada vídeo utilizado, há pouca influência da taxa de processamento obtida em relação ao tamanho do *buffer* escolhido, exceto no caso do vídeo Heron, em que a taxa de processamento diminuiu cerca de 25%, passando para 79 quadros por segundo, aproximadamente.



**Figura 39: Influência do *buffer* de entrada sobre a taxa de processamento de quadros.**