

5

Planos para o Controle do Sincronismo Temporal

Neste capítulo são apresentadas as estruturas de dados, construídas com base no HTG, que permitem calcular as especificações temporais necessárias ao controle do sincronismo das apresentações hipermídia. Com base nas cadeias temporais do HTG, as seguintes estruturas são propostas neste capítulo:

- Plano de apresentação;
- Plano de carregamento de exibidores;
- Plano de distribuição;
- Plano de pré-busca; e
- Plano de QoS.

A construção de cada plano e o auxílio que cada um pode oferecer à preservação da qualidade e à otimização dos recursos para a apresentação será discutida nas seções a seguir.

5.1.

Planos para o Controle da Execução de uma Aplicação

São dois os planos para controle da execução de uma aplicação:

O *plano de apresentação* é proposto para orquestrar (escalonar) a apresentação de uma aplicação hipermídia. Através desse plano deve ser possível posicionar uma apresentação em um instante qualquer no tempo, retrocedendo a apresentação ou avançando até o ponto desejado de sua duração.

Como mencionado no Capítulo 1, em um STVDI pode ser possível que um usuário telespectador comece a assistir uma apresentação já iniciada. Nesse caso, o plano de apresentação pode ser necessário para posicionar a apresentação da aplicação no ponto atual da exibição do vídeo principal, preservando a semântica dessa aplicação.

Quando as aplicações de TV são posicionadas no instante atual da exibição do vídeo principal, eventos interativos que poderiam ter ocorrido no passado, como as interações dos telespectadores, devem ser considerados. Uma solução é

ignorar todas as interações que poderiam ter ocorrido antes do início da apresentação de uma aplicação. Essa solução pode ser adequada apenas para uma aplicação que está sendo apresentada pela primeira vez. Caso contrário, é desejável que as interações e as transições de eventos, já executadas em função dessas interações, sejam preservadas.

O plano de apresentação deve permitir um eficiente (com o mínimo de atraso possível) posicionamento inicial da apresentação, em qualquer momento da sua duração no tempo. O plano de apresentação deve preservar o histórico das transições que ocorreram durante uma apresentação. Dessa forma, quando uma apresentação for reiniciada, todas as opções escolhidas e as adaptações realizadas serão preservadas. Também como consequência, uma mesma apresentação poderia ser novamente realizada, de forma idêntica a primeira.

A apresentação das aplicações envolve a gerência dos exibidores. Usualmente, em um ambiente de apresentação estão disponíveis um conjunto de exibidores, cada um apropriado a um tipo específico de mídia. É importante que cada exibidor seja instanciado e esteja pronto para o uso antes que o instante exato no tempo em que um conteúdo precisa ser apresentado seja alcançado.

No ambiente de apresentação pode não ser possível que todos os exibidores permaneçam instanciados, em razão, principalmente, da limitação de memória. Nesse caso, pode ser necessário instanciar os exibidores específicos a cada início de um evento de apresentação. No entanto, as mesmas limitações que impedem os exibidores de permanecerem instanciados podem introduzir atrasos indesejáveis na instanciação de um determinado exibidor. Esses atrasos podem levar à perda da sincronização entre as mídias de uma apresentação, caso um *plano para o carregamento dos exibidores* não seja construído para prever essa situação.

Nas aplicações que contêm apenas transições de eventos previsíveis, as informações necessárias para construção dos planos de apresentação e de carregamento de exibidores podem ser completamente computadas, antes do início da apresentação. Por outro lado, nas aplicações contendo transições de eventos imprevisíveis, a construção desses planos somente pode ser realizada de forma progressiva, simultaneamente à apresentação. Em ambos os casos, o HTG, através das suas cadeias temporais, é necessário na construção desses planos, como será apresentado no exemplo a seguir.

No capítulo anterior, foi apresentada uma aplicação NCL (Figura 4.25) onde uma animação (“*animation*”) e uma música (“*music*”) eram executadas em paralelo. Após 12 segundos do início dessa animação, uma foto real do jogador (“*photo*”), ator principal retratado na animação, era apresentada na tela. A duração da apresentação dessa imagem variava de acordo com a configuração da tela. Eram 20 segundos de apresentação caso essa tela tivesse uma resolução mínima e 10 segundos caso contrário. Após 45 segundos do início dessa animação, a imagem de uma chuteira (“*icon*”) poderia ser apresentada, mas apenas se ações interativas fossem permitidas. A apresentação dessa imagem era encerrada quando a duração da animação atingia 51 segundos. Durante o seu período de exibição, a posição dessa imagem variava na tela.

Na aplicação proposta, o usuário poderia selecionar a imagem da chuteira pressionando o botão vermelho do controle remoto e, como resultado, sua apresentação seria encerrada, o vídeo da animação redimensionado, uma propaganda (“*shoes*”) e um formulário (“*form*”) seriam exibidos na tela, todos sobre uma imagem de fundo (“*background*”). Esse formulário, na verdade, poderia ser uma aplicação em português (“*ptForm*”) ou outra aplicação em inglês (“*enForm*”), dependendo do idioma do usuário. O final da apresentação do vídeo da propaganda provocava o término da apresentação do formulário e da imagem de fundo, além de redimensionar a animação ao seu tamanho original.

Também no capítulo anterior, foi construído o HTG (Figura 4.26) que representa a aplicação descrita nos parágrafos anteriores. As cadeias temporais desse HTG são apresentadas nas Figuras 5.1 e 5.2.

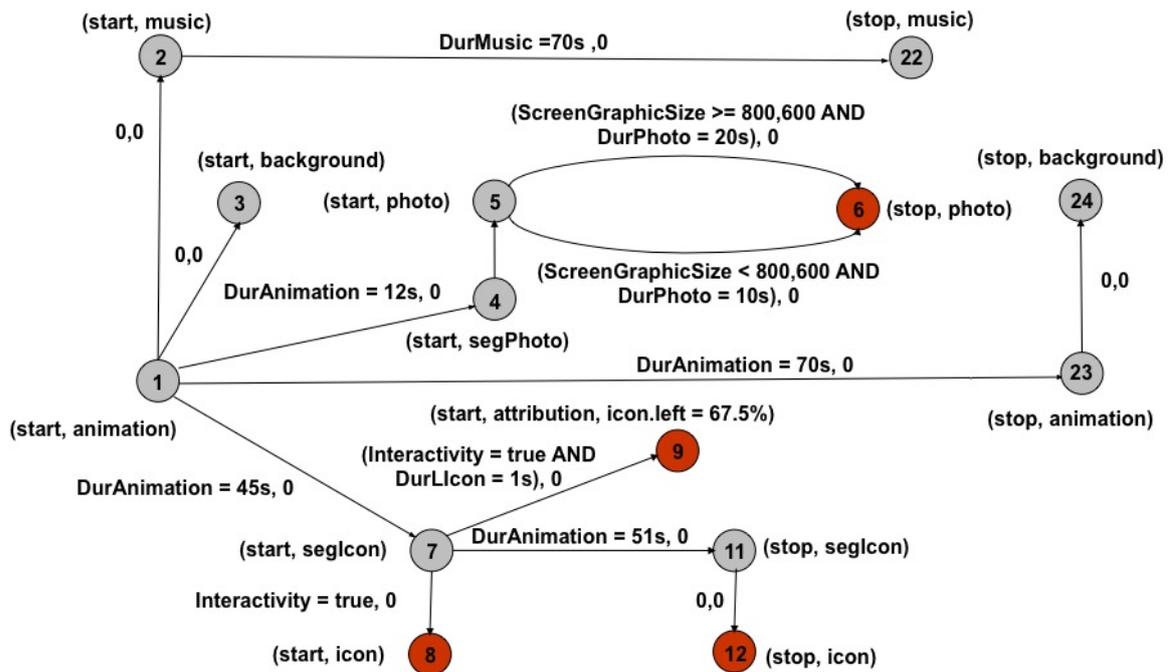


Figura 5.1 - Cadeia temporal principal do HTG construído no Capítulo 4.

A cadeia principal, representada na Figura 5.1, contém quatro transições de eventos imprevisíveis, representadas pelos vértices 6, 8, 9 e 12. A execução da transição representada pelo vértice 6 depende das características do ambiente de apresentação (resolução gráfica).¹⁷ A execução das transições representadas pelos vértices 8 e 9 dependem da interatividade ser permitida, outra característica do ambiente de apresentação. A execução da transição representada pelo vértice 12 somente irá ocorrer caso uma transição de início, relativa a esse mesmo evento e objeto, aconteça. Como essa transição de início é imprevisível na cadeia principal (vértice 8), a transição representada pelo vértice 12 também será. Nas Figuras 5.1 e 5.2, os vértices sorvedouros, que iniciam outras cadeias, estão destacados em vermelho.

¹⁷O vértice 6 pode ser alcançado por duas arestas distintas que, nesse caso, têm condições complementares: quando uma for falsa a outra, necessariamente, será verdadeira. As propriedades do ambiente de apresentação, no entanto, devem ser avaliadas nesse ambiente.

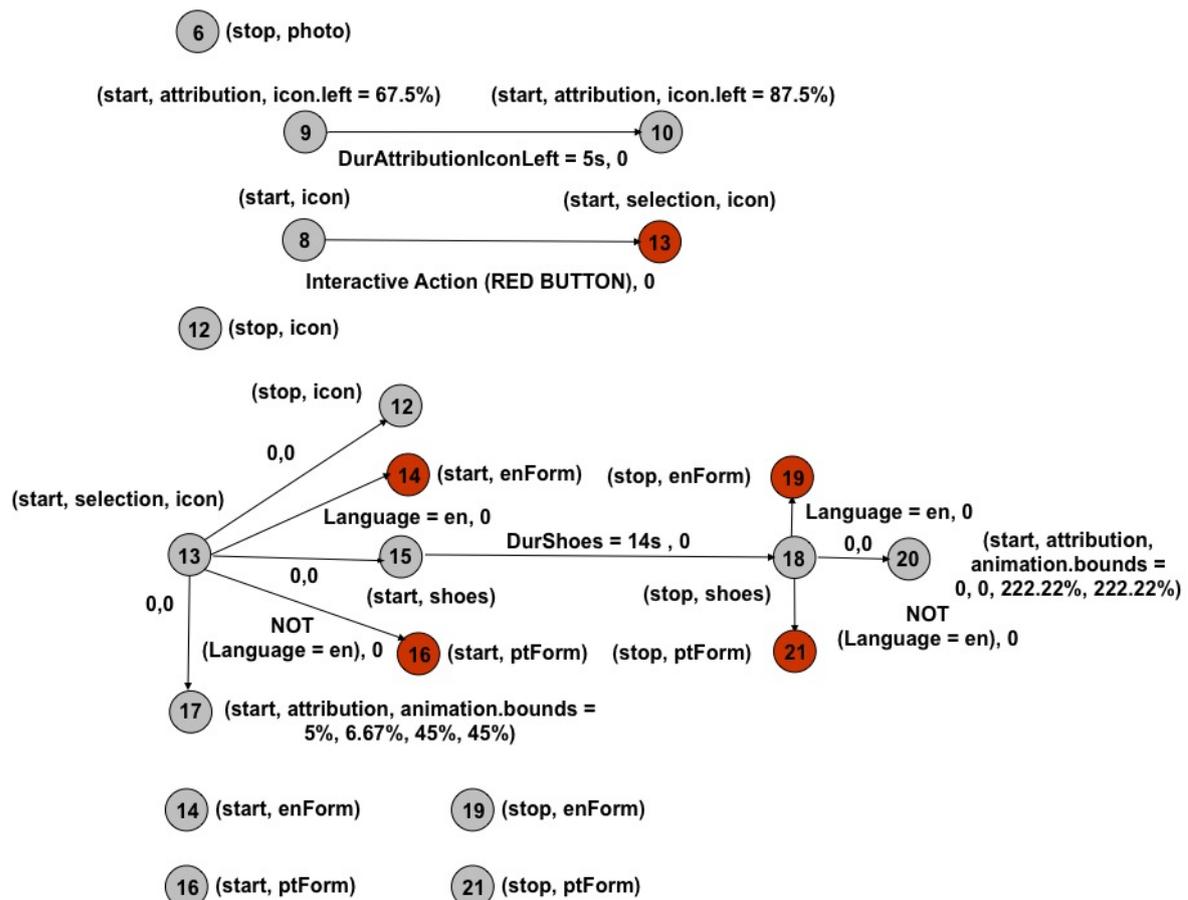


Figura 5.2 - Cadeias temporais secundárias do HTG construído no Capítulo 4.

Na Figura 5.2, as cadeias secundárias iniciadas a partir dos vértices 6 (início da apresentação da foto do jogador), 8 (início da apresentação da imagem da chuteira), 9 (início da atribuição da propriedade “left” da imagem da chuteira) e 12 (fim da apresentação da imagem da chuteira) são apresentadas. O vértice 13 representa o início da seleção da imagem da chuteira e é origem de outra cadeia secundária. Os vértices 14 e 16 correspondem, cada um, ao início da apresentação de cada objeto componente de um *switch*. O fim da apresentação de cada um desses objetos é representado através dos vértices 19 e 21.

Antes do início da apresentação, para cada cadeia, os instantes temporais para a execução das transições representadas por cada um dos seus vértices devem ser computados. Esses instantes são obtidos através do caminhamento nessas cadeias, a partir do vértice definido como ponto de início da aplicação, no caso da cadeia principal, ou, no caso das cadeias secundárias, a partir do vértice que representa a transição de evento imprevisível origem dessa cadeia.

A Tabela 5.1 contém as especificações temporais obtidas no caminhamento na cadeia principal, apresentada na Figura 5.1.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.1 - Especificação temporal da cadeia principal.

As Tabelas 5.2 a 5.10 contêm as especificações temporais obtidas no caminhamento nas cadeias secundárias, apresentadas na Figura 5.2.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	0s

Tabela 5.2 - Especificação temporal da cadeia iniciada no Vértice 6.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	0s

Tabela 5.3 - Especificação temporal da cadeia iniciada no Vértice 8.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
9	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	67.5%	0s
10	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	87.5%	5s

Tabela 5.4 - Especificação temporal da cadeia iniciada no Vértice 9.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	0s

Tabela 5.5 - Especificação temporal da cadeia iniciada no Vértice 12.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
13	<i>start</i>	<i>selection</i>	<i>icon</i>	-	0s
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	0s
15	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	0s
16	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	0s
17	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation.bounds</i>	5%, 6.67%, 45%, 45%	0s
18	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	14s
20	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation.bounds</i>	0, 0, 222.22%, 222.22%	14s
21	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	14s

Tabela 5.6 - Especificação temporal da cadeia iniciada no Vértice 13.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
14	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>enForm</i>	-	0s

Tabela 5.7 - Especificação temporal da cadeia iniciada no Vértice 14.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
16	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	0s

Tabela 5.8 - Especificação temporal da cadeia iniciada no vértice 16.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
19	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>enForm</i>	-	0s

Tabela 5.9 - Especificação temporal da cadeia iniciada no vértice 19.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
21	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	0s

Tabela 5.10 - Especificação temporal da cadeia iniciada no vértice 21.

O plano de apresentação é construído através de cópias dos vértices e arestas das cadeias temporais e dos instantes previstos para execução das transições de eventos representadas por esses vértices. Antes do início da apresentação, esse plano é formado apenas pelas especificações associadas à cadeia principal. A Tabela 5.11 apresenta a especificação temporal do plano de apresentação, imediatamente antes do início da apresentação.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.11 - Especificação temporal inicial do plano de apresentação.

Durante uma apresentação, o plano de apresentação deve ser atualizado, caso uma transição de evento imprevisível, origem de uma cadeia, ocorra. Antes, porém, as especificações temporais computadas para essa cadeia devem ser atualizadas. Nessa atualização deve ser adicionado, aos instantes temporais

representados pelos seus vértices, o instante temporal de ocorrência da transição de evento, inicialmente imprevisível.

Quando o instante de 12 segundos do início da apresentação da animação é alcançado na aplicação exemplo, a resolução gráfica do ambiente de apresentação deve ser avaliada (“*ScreenGraphicSize*”). Essa avaliação é condição das arestas entre os vértices 5 e 6 da cadeia principal. Nesse exemplo foi considerado que a resolução gráfica tem o tamanho mínimo desejado e, portanto, a duração da apresentação da foto do jogador será de 20 segundos. Assim, o plano de apresentação deve ser atualizado através da inclusão do vértice 6 (cadeia secundária) com o seu instante temporal, previsto para a sua ocorrência, atualizado. A Tabela 5.12 apresenta o plano de apresentação com essa atualização. Nesse plano, a modificação realizada foi destacada em cinza.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instante
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	32s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.12 - Especificação temporal do plano de apresentação modificado (1).

Continuando a descrição da construção do plano de apresentação, quando o instante de 45 segundos do início da apresentação da animação é atingido, o plano de apresentação poderá ser novamente atualizado. Nesse instante, a permissão para a ocorrência de ações interativas deve ser avaliada no ambiente de apresentação (“*Interactivity*”). Essa variável faz parte da condição associada às arestas entre os vértices 7 e 8 e entre os vértices 7 e 9 da cadeia principal. Nesse exemplo foi considerado que a interatividade é permitida. Portanto, os vértices das duas cadeias secundárias com origem nos vértices 8 e 9 serão adicionados ao plano de apresentação. A transição representada pelo vértice 8, único da sua cadeia, terá o seu instante previsto para ocorrência adicionado de 45 segundos. Nos vértices da cadeia secundária com origem no vértice 9, 46 segundos serão

adicionados às especificações temporais das suas transições. Nesse caso, existe uma condição temporal especificada na aresta entre os vértices 7 e 9 (1 segundo). A Tabela 5.13 apresenta novamente o plano de apresentação, com as novas atualizações destacadas.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instantes Temporais
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	32s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	45s
9	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	67.5%	46s
10	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	87.5%	51s
11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	51s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.13 - Especificação temporal do plano de apresentação modificado (2).

Continuando com a apresentação da aplicação utilizada como exemplo, considerando que a ação interativa prevista nessa aplicação aconteça no instante de 51 segundos, a partir do início da apresentação da animação, os vértices da cadeia iniciada no vértice 13 devem ser adicionados ao plano de apresentação. Novamente, os vértices dessa cadeia precisam ter os seus instantes atualizados, acrescidos de 51 segundos. A Tabela 5.14 apresenta o plano de apresentação atualizado, com destaque para as últimas atualizações.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instantes Temporais
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	32s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	45s
9	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	67.5%	46s

13	<i>start</i>	<i>selection</i>	<i>icon</i>	-	51s
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	51s
15	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	51s
17	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation. bounds</i>	5%, 6.67%, 45%, 45%	51s
10	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	87.5%	51s
11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
18	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	65s
20	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation. bounds</i>	0, 0, 222.22%, 222.22%	65s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.14 - Especificação temporal do plano de apresentação modificado (3).

Imediatamente após a inserção do vértice 13 no plano de apresentação, o idioma do usuário deve ser avaliado no ambiente de apresentação (“*Language*”). Essa avaliação é condição das arestas entre os vértices 13 e 14 e entre os vértices 13 e 16 da cadeia secundária, que foi inserida no plano de apresentação. Considerando que o idioma definido nesse exemplo é o português, o plano de apresentação deve ser novamente atualizado, através da inclusão do vértice 16. Antes, porém, o instante temporal de ocorrência da transição desse evento deve ser atualizado (51 segundos). A Tabela 5.15 apresenta o plano de apresentação com essa atualização em destaque.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instantes Temporais
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	32s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	45s
9	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	67.5%	46s
13	<i>start</i>	<i>selection</i>	<i>icon</i>	-	51s
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	51s
15	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	51s
16	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	51s
17	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation. bounds</i>	5%, 6.67%, 45%, 45%	51s
10	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	87.5%	51s

11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
18	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	65s
20	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation. bounds</i>	0, 0, 222.22%, 222.22%	65s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.15 - Especificação temporal do plano de apresentação modificado (4).

Quando a apresentação atinge 51 segundos do seu início, a transição de evento imprevisível, representada pelo vértice 12, deve ser avaliada. Essa transição somente ocorreria caso, no instante da sua avaliação, a imagem da chuteira estivesse ocorrendo. A Tabela 5.16 resume as transições que podem ocorrer para um determinado estado (atual) de evento. As especificações dessa tabela foram obtidas da máquina de estado de evento da Figura 3.1 (Capítulo 3).

Estado (atual)	Transição (ação que executa)	Estado (final)
<i>sleeping</i>	<i>start</i>	<i>occurring</i>
<i>occurring</i>	<i>stop</i>	<i>sleeping</i>
	<i>natural end</i>	
	<i>abort</i>	<i>paused</i>
<i>paused</i>	<i>pause</i>	<i>sleeping</i>
	<i>stop</i>	
	<i>abort</i>	<i>occurring</i>
	<i>resume</i>	

Tabela 5.11 - Estados alcançáveis através da máquina de estado de eventos.

Quando o fim da apresentação da propaganda (“*shoes*”) é alcançado, o idioma do usuário deve ser novamente avaliado. Essa avaliação é condição das arestas entre os vértices 18 e 19 e entre os vértices 18 e 21 da cadeia secundária com origem no vértice 13, inserida no plano de apresentação. Nesse caso, o plano de apresentação deve ser atualizado através da inclusão da cadeia secundária que contém o vértice 21. Antes, porém, o instante temporal de ocorrência da transição desse evento deve ser atualizado (65 segundos). A Tabela 5.16 apresenta o plano de apresentação final para essa aplicação, construído paulatinamente nesta seção. A última atualização nesse plano é destacada nessa tabela.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instantes Temporais
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
4	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segPhoto</i>	-	12s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	32s
7	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	45s
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	45s
9	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	67.5%	46s
13	<i>start</i>	<i>selection</i>	<i>icon</i>	-	51s
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	51s
15	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	51s
16	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	51s
17	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation.bounds</i>	5%, 6.67%, 45%, 45%	51s
10	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>icon.left</i>	87.5%	51s
11	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>segIcon</i>	-	51s
18	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	65s
20	<i>start</i>	<i>attribution</i>	<i>animation.bounds</i>	0, 0, 222.22%, 222.22%	65s
21	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	65s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.16: Especificação temporal final do plano de apresentação.

Durante uma apresentação, transições de eventos imprevisíveis podem não ocorrer no instante de tempo em que suas ocorrências são possíveis. Nesse caso, as especificações temporais calculadas para uma cadeia, que dependem da ocorrência dessa transição, podem ser descartadas. É esse o caso da cadeia com início no vértice 12. Esse caso também poderia ocorrer, se a ação interativa especificada na aplicação NCL não ocorresse entre 45 e 51 segundos, período em que o evento de seleção sobre a imagem da chuteira poderia ser executado.

Como mencionado, além das especificações temporais, o plano de apresentação é formado pelos vértices e arestas das cadeias inseridas nesse plano. Assim, ao final de uma apresentação, esse plano corresponde ao HTG final dessa apresentação, de fato, sua cadeia temporal final. Esse HTG é diferente do HTG inicial, pois partes do HTG que não foram apresentadas devem ser removidas e partes que ocorreram mais de uma vez devem ser repetidas no HTG final. A

Figura 5.3 apresenta o plano de apresentação final para a aplicação NCL utilizada como exemplo.

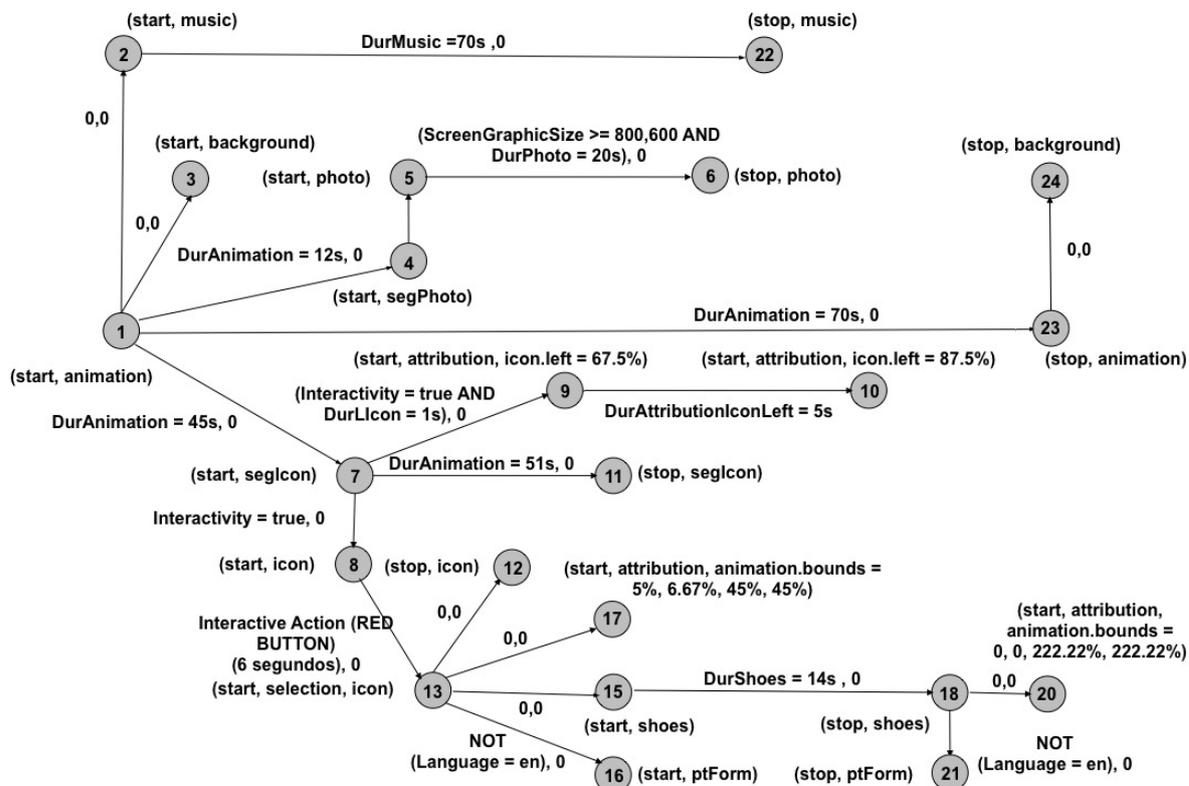


Figura 5.3 - HTG final para a especificação temporal descrita na Tabela 5.16.

Durante uma apresentação, os instantes temporais computados para os vértices do plano de apresentação podem sofrer alterações quando uma transição de evento, inicialmente imprevisível, ocorre. Esse é o caso, por exemplo, quando uma transição do tipo “*pause*”, para o evento de apresentação, é adicionada a esse plano, em razão da ocorrência de uma transição de evento imprevisível. Nesse caso, é necessário modificar, no plano de apresentação, os instantes temporais previstos para a ocorrência de transições associadas ao evento de apresentação do objeto que teve sua apresentação pausada (transições de eventos não-determinísticas).

Analizando as cadeias construídas para representar uma aplicação, é possível identificar, *a priori*, se os vértices de uma cadeia, quando adicionados ao plano de apresentação, provocarão alterações sobre os instantes temporais computados para esse plano. Caso as cadeias contenham vértices que representam apenas transições de eventos executadas sobre objetos distintos ou que somente possam ser executadas em instantes temporais distintos, a única alteração no plano de apresentação, provocada por uma cadeia, é a inclusão de novos vértices.

Todos os esforços para preservar o plano de apresentação são aproveitados na construção do plano de carregamento de exibidores, que é formado apenas por especificações temporais calculadas sobre o plano de apresentação.

A partir do plano de apresentação, para a construção do plano de carregamento de exibidores devem ser selecionadas as transições relativas ao início (“*start*”) e ao fim (“*stop*”) do evento de apresentação sobre os objetos. As demais transições podem ser desconsideradas. A Tabela 5.17 apresenta um plano de carregamento de exibidores, calculado a partir do plano de apresentação da Tabela 5.16.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instantes Temporais
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
6	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	32s
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	45s
12	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	51s
15	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	51s
16	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	51s
18	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	65s
21	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	65s
22	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	70s
23	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	70s
24	<i>stop</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	70s

Tabela 5.17 - Especificação temporal final do plano de carregamento de exibidores para as cadeias das Figuras 5.1 e 5.2.

O plano de carregamento de exibidores deve ser construído para cada ambiente de apresentação específico, considerando os atrasos existentes em uma determinada plataforma. Assim, os instantes temporais para a ocorrência das transições de eventos da Tabela 5.17 devem ser modificados por ajustes, dependentes de uma plataforma específica.

Além das informações sobre o instante no tempo em que um exibidor deve ser instanciado, através do plano de carregamento de exibidores é possível estimar quantas vezes um determinado exibidor deve ser instanciado durante uma apresentação. Através dessa informação é possível, por exemplo, optar por manter esse exibidor carregado na memória durante toda a apresentação.

O plano de carregamento de exibidores também torna possível estimar quais exibidores serão necessários em um instante temporal específico de uma apresentação. Essa informação é importante para avaliar se os recursos disponíveis para a apresentação serão suficientes.

Dependendo da disponibilidade de recursos, o plano de carregamento de exibidores também pode ser construído considerando que as transições de eventos imprevisíveis sempre irão ocorrer. Essa estratégia permitiria instanciar, com antecedência, os exibidores responsáveis por objetos que deverão ser apresentados somente se um determinado evento imprevisível ocorrer. Na próxima seção, a construção de planos considerando a ocorrência de eventos imprevisíveis é discutida.

5.2. Planos para o Transporte e Carregamento do Conteúdo

Para preservar a qualidade de uma apresentação, é necessário que os conteúdos das mídias estejam disponíveis no ambiente de apresentação antes que os seus instantes previstos para apresentação sejam atingidos.

Apresentações distribuídas podem ter de ser iniciadas sem que todas as mídias especificadas nas aplicações estejam disponíveis no ambiente de apresentação. Como mencionado no Capítulo 1, esperar que todas as mídias sejam recebidas pode inserir um atraso desnecessário para o início de uma apresentação, além de exigir que a máquina de apresentação disponha de espaço suficiente para armazenar todo o conteúdo de uma aplicação.

As mídias necessárias a uma apresentação podem ser recebidas nos clientes sem que requisições individuais tenham sido realizadas (*pushed data*). Também é possível o recebimento das mídias mediante solicitações aos servidores (*pulled data*). A seguir serão discutidas as características de cada uma dessas opções, relacionadas ao controle do sincronismo das apresentações.

5.2.1. Controle da Distribuição do Conteúdo

Nos STVDI algumas mídias são enviadas através de fluxos sincronizados utilizando *timestamps* (sincronização *timeline*) (ISO/IEC, 2000b). Esse é o caso

do áudio e do vídeo principais, continuamente transmitidos nesses sistemas. Além do conteúdo transmitido de forma sincronizada, outros conteúdos (outros vídeos, outros áudios, imagens, textos etc.) também podem ser transmitidos de forma assíncrona, através de outros fluxos. Apesar da transmissão desses outros conteúdos ser assíncrona, é possível que eles sejam sincronizados entre si e também com o conteúdo audiovisual principal. A especificação desse sincronismo é normalmente definida através de uma aplicação que é, na verdade, mais um dos conteúdos assincronamente transmitidos.

No envio dos conteúdos, todos os fluxos são multiplexados e transportados até os receptores através de um canal específico (uma faixa de frequência no caso da TVD terrestre). Considerando que os receptores podem sintonizar um canal a qualquer momento, conteúdos transmitidos de forma assíncrona precisam ser enviados repetidamente, para garantir a recepção independente do momento de sintonização do canal. Para implementar essa forma de transmissão, o padrão MPEG-2 define uma estrutura cíclica de envio dos dados, o carrossel DSM-CC (ISO/IEC, 1998).

Um carrossel é uma estrutura de dados onde os conteúdos devem ser inseridos para serem repetidamente transmitidos. Um conteúdo qualquer pode ser inserido mais de uma vez em qualquer parte de um carrossel. O tamanho do carrossel, a sua taxa de transmissão e o espaço entre instâncias de um mesmo conteúdo colocados nessa estrutura são fatores que devem ser considerados no cálculo do atraso para a entrega de um conteúdo aos clientes.

Na transmissão do conteúdo de TV digital terrestre, a capacidade de um canal, limitada por uma faixa de frequência, é compartilhada por todos os fluxos, incluindo o conteúdo audiovisual principal e o conteúdo transmitido através do carrossel. Dessa forma, para aumentar a capacidade de transmissão destinada ao carrossel, seria preciso diminuir a capacidade de transmissão do áudio e vídeo principais. Essa opção não é usualmente considerada, pois pode requerer a diminuição da qualidade do conteúdo audiovisual principal. Em sistemas IPTV, a banda passante do canal de transmissão também limita a taxa de dados de envio do carrossel.

No ISDB-T_B, por exemplo, a largura de banda concedida às emissoras de TV é de 6MHz. A taxa da transmissão para essa largura de banda pode variar de acordo com parâmetros da modulação (ABNT, 2008), podendo atingir cerca de 19

Mbps (ABNT, 2008; Yamada, 2008). Grande parte dessa taxa é dedicada ao conteúdo audiovisual principal. Em (Pessoa, 2008), após a análise de fluxos de transporte (ISO/IEC, 2000b) de várias emissoras, foi constatado que, no mínimo, 14 Mbps são utilizados para esse conteúdo, sobrando, no máximo, da ordem de 5 Mbps para o transporte do carrossel.

Como exemplo, considerando a taxa para o transporte do carrossel como 5 Mbps, um carrossel com tamanho de 6 MB demoraria quase 10 segundos para ser completamente transmitido (6MB / 625KB/s). A taxa destinada ao carrossel, no entanto, pode ser menor, aumentando o tempo para a entrega do seu conteúdo.

Para minimizar o atraso do conteúdo transmitido de forma assíncrona, é ideal que o tamanho do carrossel seja o menor possível. No entanto, a construção de um carrossel é um problema que envolve muitas condições a serem otimizadas. Se o tamanho do carrossel for definido, esse problema pode ser reduzido ao problema da Mochila Booleano (0/1) (Garey, 1979). Nesse problema, devem ser colocados uma quantidade de itens (conteúdos), que podem ser inseridos mais de uma vez, em uma mochila com um peso máximo (tamanho do carrossel), de forma a maximizar o valor da mochila (rapidez na entrega). Apesar da complexidade desse problema, algumas heurísticas podem ser empregadas na sua resolução (Garey, 1979; Pessoa, 2008). Para a implementação dessas heurísticas, os instantes no tempo em que os conteúdos são necessários às apresentações precisam ser conhecidos, considerando que o valor da mochila corresponde ao menor atraso possível para a entrega desses conteúdos.

Mesmo que a distribuição dos conteúdos em um carrossel seja manualmente realizada, é necessário conhecer os instantes no tempo em que os conteúdos são necessários às apresentações. Como discutido no Capítulo 2, em alguns STVDI, é passado ao autor/produtora da aplicação a responsabilidade da gerência do carrossel. O autor/produtora, que conhece toda a aplicação, incluindo os instantes em que os conteúdos são necessários, constrói um conjunto de pequenas aplicações que juntas equivalem à aplicação “global”. Cada uma dessas pequenas aplicações é transmitida no carrossel. Nos clientes, essas aplicações são iniciadas através de eventos de sincronismo (ISO/IEC, 1998), cujo disparo também precisa ser controlado pelos autores/produtores.

O objetivo desta tese, em relação ao controle da distribuição do conteúdo, é permitir que os instantes no tempo em que os conteúdos são necessários às

apresentações possam ser calculados. Para alcançar esse objetivo, um plano de distribuição é proposto. Esse plano é construído nos servidores considerando que todas as transições de eventos imprevisíveis irão ocorrer no menor instante no tempo em que suas ocorrências são possíveis. Todas as condições no HTG que dependem das características o ambiente de apresentação ou dos usuários também são consideradas como verdadeiras.

Somente os instantes temporais relativos às transições de início (“*start*”) de um evento de apresentação fazem parte do plano de distribuição. São essas transições que indicam que um conteúdo deve estar presente nos clientes. A Tabela 5.18 contém as especificações temporais do plano de distribuição, construído a partir das cadeias temporais apresentadas nas Figura 5.1 e 5.2.

Vértice	Transição	Evento	Objeto	Valor	Instantes Temporais
1	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>animation</i>	-	0s
2	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>music</i>	-	0s
3	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>background</i>	-	0s
5	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>photo</i>	-	12s
8	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>icon</i>	-	45s
14	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>enForm</i>	-	45s
15	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>shoes</i>	-	45s
16	<i>start</i>	<i>presentation</i>	<i>ptForm</i>	-	45s

Tabela 5.18 - Especificação do plano de distribuição para as cadeias das Figuras 5.1 e 5.2.

Com base nas informações do plano de distribuição, o servidor de conteúdo pode estimar quais objetos devem ser colocados no carrossel, quantas vezes, e em quais posições, bem como determinar quais objetos podem ser removidos do carrossel. Como mencionado, embora esse seja um problema de difícil otimização, as informações básicas para a sua resolução estão disponíveis no plano de distribuição. A partir das informações da Tabela 5.18, por exemplo, um carrossel pode ser formado por várias repetições da especificação da aplicação (NCL) e das mídias necessárias ao início da sua apresentação. Nesse exemplo, a distância entre cada especificação da NCL e da imagem da foto do jogador (“*photo*”) não deve possuir um atraso para o recebimento nos clientes superior a 12 segundos. Essa mesma observação deve ser seguida em relação às demais mídias da apresentação, considerando um atraso de 45 segundos.

5.2.2. Controle do Carregamento do Conteúdo

Para que os conteúdos especificados em uma aplicação possam ser recebidos simultaneamente à sua apresentação, devem ser conhecidos não apenas os instantes previstos para a apresentação de cada conteúdo, mas também as características do canal de comunicação utilizado para o transporte.

Os instantes previstos para a apresentação de cada conteúdo podem ser calculados através do plano de apresentação. Como cada tipo de canal de comunicação usualmente possui diferentes características (vazão, latência, variação do atraso etc.), um plano para o controle do recebimento dos conteúdos precisa ser construído para cada tipo de canal. Entre todas as características de um canal, a possibilidade de negociação de QoS pode influenciar decisivamente na construção dos planos, como será discutido a seguir.

Nos canais de comunicação com provisão de QoS, requisitos como a vazão, o retardo máximo, entre outros, podem ser garantidos através de protocolos empregados na negociação e reserva dos recursos desejados. Esses recursos devem ser negociados para cada conteúdo necessário em uma apresentação (QoS intramídia) (Rodrigues, 2003b). Para armazenar os parâmetros necessários a essa negociação, um plano específico deve ser construído, chamado plano de QoS.

Na construção do plano de QoS, todas as transições de eventos imprevisíveis de uma aplicação devem ser tratadas como se fossem previsíveis. Apenas os instantes temporais relativos às transições de início (“*start*”) do evento de apresentação devem fazer parte desse plano. Na especificação temporal desse plano, devem ser considerados, para cada objeto que tem sua apresentação prevista, o atraso e a variação estatística do atraso a serem negociados no canal de comunicação.

Os procedimentos para a negociação da QoS devem ser implementados para um canal específico. Caso essa negociação seja bem sucedida, é garantido que um objeto de mídia será recebido no instante temporal necessário a sua apresentação. Caso contrário, se esses parâmetros não puderem ser atendidos, eles precisarão ser relaxados. Mesmo nesse outro caso, a possibilidade de negociação de QoS aumenta as chances do sincronismo temporal das aplicações ser obedecido.

Nos canais que não oferecem provisão de QoS, um outro tipo de plano deve ser construído. Esse outro plano, baseado em estimativas e cenários, é chamado de plano de pré-busca. Na sua construção devem ser considerados apenas os instantes temporais relativos às transições de início (“*start*”) do evento de apresentação e, sobre esses instantes, devem ser considerados o atraso e a variação estatística do atraso, estimados no canal de comunicação específico.

Como o plano de pré-busca é baseado em estimativas, ele apenas diminui a possibilidade da ocorrência de falhas no recebimento do conteúdo pelos clientes. Para tentar minimizar essas falhas, um cenário conservador pode ser adotado. Nesse cenário, além de considerar o pior caso possível para o atraso e a sua variação, é considerado que todas as transições de eventos imprevisíveis irão ocorrer no menor instante no tempo em que suas ocorrências são possíveis.

Adotar um cenário conservador pode evitar a ocorrência de falhas temporais no recebimento dos conteúdos, mas pode ter um custo para os receptores, principalmente em relação ao armazenamento prévio dos conteúdos. O caso extremo desse cenário consiste em aguardar o recebimento de todos os conteúdos para que uma apresentação seja iniciada. Assim, a implementação da pré-busca dos conteúdos não é uma tarefa fácil, mesmo a partir das informações do plano proposto nesta tese.

5.3. Controle do Sincronismo Temporal no Ginga-NCL para TV Terrestre

A parte declarativa do *middleware* Ginga oferece suporte à execução de aplicações NCL e a aplicações especificadas na linguagem LUA,¹⁸ através de uma implementação que segue uma abordagem modular (Moreno, 2009). Alguns desses módulos, diretamente relacionados ao controle do sincronismo temporal, são apresentados na Figura 5.4. A especificação e construção desses módulos fazem parte do trabalho proposto em (Moreno, 2010). Assim, para uma descrição completa desses módulos, a autor interessado deve consultar essa referência.

¹⁸ <http://www.lua.org>

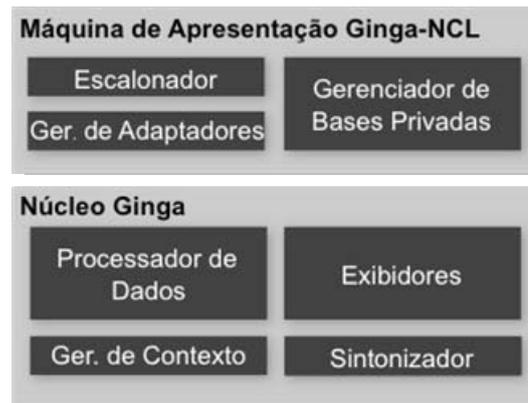


Figura 5.4 - Arquitetura Ginga: módulos relacionados ao controle do sincronismo no Ginga-NCL.

Como pode ser observado na descrição arquitetural da Figura 5.4, o Ginga é dividido em dois subsistemas. O Núcleo Ginga, um desses subsistemas, é responsável por oferecer serviços à Máquina de Apresentação Ginga-NCL, que é o outro subsistema existente, responsável por iniciar e controlar as aplicações NCL.

No Núcleo Ginga, o módulo Sintonizador é responsável por receber o conteúdo de TV transmitido pelos provedores de conteúdo. Esse conteúdo é um fluxo de transporte MPEG (ISO/IEC, 2000b), que é demultiplexado pelo módulo Processador de Dados. No fluxo de transporte, além do conteúdo audiovisual principal, estão os conteúdos assíncronos, incluindo os eventos de sincronismo (comandos de edição) e o fluxo NPT (*Normal Play Time*) (ISO/IEC, 1998).

Um fluxo NPT é formado por estruturas de dados denominadas descritores de referência NPT (*NPT Reference Descriptor*) (ISO/IEC, 1998), que implementam valores temporais contextualizados. Um descritor NPT contém um campo *contentId*, identificando a qual conteúdo de um fluxo esse descritor se refere, e um outro campo, em que pode ser deduzido um valor no tempo para o fluxo identificado.

Os fluxos elementares de mídia contínua têm no NPT a sua referência temporal. Assim, o NPT é utilizado para o controle do sincronismo das apresentações. Em uma aplicação NCL, por exemplo, se um elemento *<media>* faz referência ao conteúdo de vídeo principal, as especificações temporais sobre esse objeto, como as suas âncoras temporais, devem ter como referência os valores do NPT.

Na recepção do conteúdo, os descritores NPT são constantemente monitorados pelo módulo Processador de Dados. A mudança do valor do campo *contentId* de um descritor NPT para um outro consecutivo indica a interrupção da apresentação de um conteúdo para a exibição de outro. Essa interrupção pode ser temporária ou permanente. Em ambos os casos, o módulo Escalonador, da Máquina de Apresentação do Ginga-NCL, deve ser notificado para que a apresentação de todos os objetos de mídia associados ao *contentId* sejam pausados (Moreno, 2008).

No primeiro caso (interrupção temporária), quando a base temporal é retomada (quando voltar a receber o descritor NPT com o mesmo *contentId*), a apresentação da aplicação também é retomada. Pode ser necessário, no entanto, sincronizar a apresentação no momento atual do descritor NPT. Esse caso também pode acontecer quando o usuário começa a assistir uma apresentação já iniciada (sintoniza um canal).

No segundo caso (interrupção permanente), quando a base temporal não é retomada em um determinado intervalo máximo de tempo (Moreno, 2008), o ciclo de vida da aplicação chega ao fim. Nesse caso, todos os eventos relacionados ao término da apresentação devem ser disparados pelo Escalonador.

O Núcleo Ginga possui outros módulos relacionados ao controle do sincronismo, apresentados na Figura 5.4. O módulo Transporte é responsável por controlar protocolos e interfaces de rede, atendendo a demanda por conteúdos. O módulo Gerente de Contexto preserva as informações sobre as características da máquina de apresentação e sobre o perfil do usuário telespectador. O módulo Exibidores contém um conjunto de exibidores, cada um adequado a apresentação de um conteúdo específico.

Na Máquina de Apresentação NCL, a orquestração da apresentação é realizada pelo módulo Escalonador. Para que uma apresentação possa ser iniciada, esse módulo precisa receber uma notificação, enviada pelo módulo Gerenciador de Bases Privadas. A função do Gerenciador de Bases Privadas é controlar o local de armazenamento (base privada) das aplicações. Além disso, é esse componente que recebe os comandos de edição (Costa, 2006), que serão abordados no próximo capítulo. Apenas para exemplificar, quando o comando “*startDocument*” é recebido, a apresentação é iniciada.

Durante uma apresentação, quando um conteúdo precisa ser exibido, o Escalonador solicita ao Gerente de Adaptadores que instancie o exibidor apropriado ao tipo de conteúdo a ser exibido. Quando a exibição do conteúdo é concluída, o Escalonador é notificado. Nesse momento, o Escalonador decide se o adaptador deve permanecer instanciado ou se a instância do exibidor (adaptador) deve ser destruída.

Os módulos do Ginga-NCL são implementados através de componentes, que podem ser individualmente carregados (Moreno, 2010). Além das vantagens relacionadas à performance (Moreno, 2010), essa abordagem facilita a incorporação de novas funcionalidades ao *middleware*. Entre essas funcionalidades estão os planos temporais propostos neste Capítulo para o uso nos clientes (apresentação, carregamento de exibidores, pré-busca e QoS). Os componentes associados à construção dos planos temporais são representados na Figura 5.5.

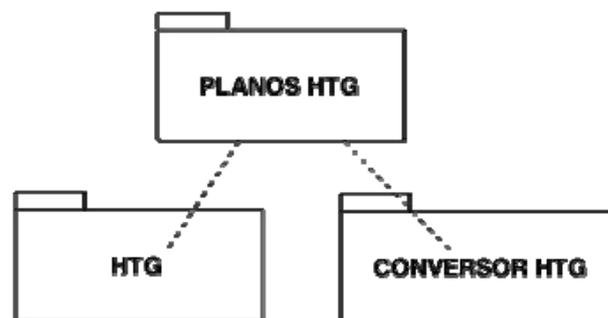


Figura 5.5 - Diagrama de pacotes referente aos componentes do HTG.

O componente Planos HTG define a classe que constrói (classe *PlanManager*) cada um dos planos (classe *Plan*) para o controle do sincronismo. A estrutura do HTG e de suas cadeias é definida no componente HTG. Quem constrói um HTG, a partir de uma especificação NCL, são as classes existentes no componente Conversor HTG.

A estrutura do HTG e das suas cadeias é implementada através de uma lista de adjacências. Nessa representação, “n” listas encadeadas são construídas, uma para cada vértice do grafo. Dado um vértice “i” qualquer, os elementos da sua lista representam os seus vértices adjacentes. Os elementos dessas listas, além das informações do vértice, contêm as condições associadas às arestas e também as suas prioridades.

As classes para a tradução das especificações NCL para o HTG foram construídas através do XML Schema do perfil EDTV da NCL 3.0. Essa construção foi realizada através do *framework* proposto em (Soares, 2006b), que facilita a tradução das especificações NCL para uma outra sintaxe qualquer (Soares, 2006b). As classes obtidas através desse *framework* contêm pontos de flexibilização, que devem ser tratados de acordo com a sintaxe de destino. Esses pontos de flexibilização são formados por métodos abstratos, que foram sobrecarregados por outros métodos, onde a tradução específica para o HTG foi implementada. Essa implementação foi realizada obedecendo às especificações para a construção do HTG apresentadas no Capítulo 4.

Cada componente apresentado na Figura 5.5 poderia ser individualmente carregado no Ginga-NCL. No entanto, como o componente Planos HTG depende tanto das estruturas do componente HTG quando do conversor implementado no componente Conversor HTG, todos esses componentes precisam estar carregados para que os planos sejam construídos. Essa relação de dependência é especificada na Figura 5.6. Essa figura contém a descrição do componente Planos HTG, através da sintaxe padronizada para o carregamento de componentes no Ginga-NCL (Moreno, 2010).

```
01. <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
02. <component package="htg-plans" name="libhtgplans.so" version="0.10.1">
03.   <dependency name="libtelemidiautil.so" version="0.10.1"/>
04.   <dependency name="libhtg.so" version="0.10.1"/>
05.   <dependency name="libhtgconverter.so" version="0.10.1"/>
06.   <symbol object="PlanManager" creator="createPlanManager"
07.     destroyer="destroyPlanManager" interface="IPlanManager"/>
08.   <location type="local" uri="/usr/local/lib/ginga/" />
09. </component>
10. ...
```

Figura 5.6 - Descrição do componente Planos HTG.

Antes do componente Escalonador receber a notificação para iniciar uma apresentação, uma notificação é realizada pelo Gerenciador de Bases Privadas para o Conversor, outro módulo da Máquina de Apresentação Ginga-NCL, indicando que a especificação de uma aplicação (NCL) foi recebida. É o componente Conversor que constrói a estrutura interna do controle da apresentação, definida originalmente em (Rodrigues, 2003b).

A mesma notificação enviada ao módulo Conversor também é recebida pelo componente Planos HTG. Essa notificação é repassada ao componente Conversor HTG, para que o HTG, correspondente à aplicação NCL, seja construído. Após a construção do HTG, o componente Planos HTG realiza a construção das cadeias temporais e dos planos de apresentação, de carregamento de exibidores e de pré-busca (QoS ainda não é oferecido). Nesse processo, se for necessário, o componente Gerente de Contexto é consultado sobre os valores de variáveis associadas ao ambiente de apresentação ou ao contexto do usuário.

A estrutura construída pelo módulo Conversor e os planos construídos pelo componente Planos HTG são ambos necessários ao controle da apresentação. A estrutura construída pelo módulo Conversor contém informações espaciais que não são representadas através dos planos temporais. Na verdade, através da estrutura construída pelo módulo Conversor, uma apresentação poderia ser completamente realizada. No entanto, o controle da ocorrência das transições dos eventos, da disponibilidade dos conteúdos e dos exibidores somente podem ser realizados através dos planos temporais, como mencionado diversas vezes nesta tese.

Para a construção dos planos, um processamento adicional é necessário no Ginga-NCL, que pode impor um atraso ao início da apresentação. Para ilustrar essa situação, a Figura 5.7 apresenta um gráfico comparativo do tempo necessário (em milisegundos no eixo vertical) para o carregamento de um conjunto de diferentes aplicações NCL, com geração do HTG e dos planos correspondentes às aplicações.

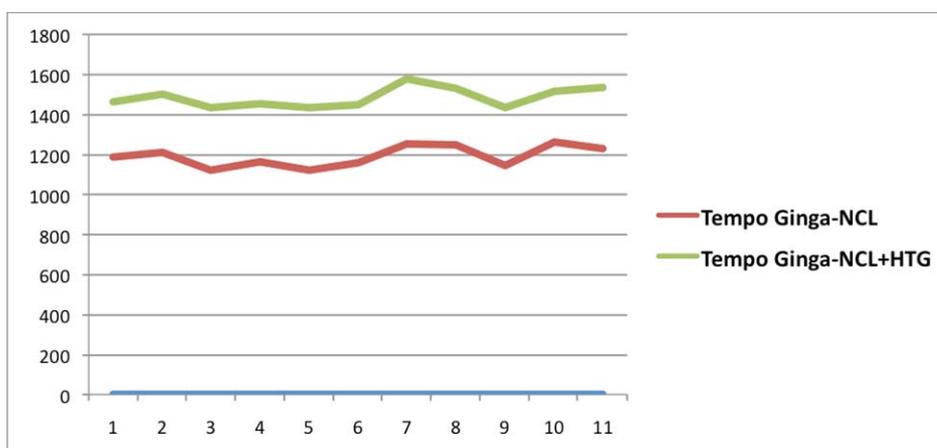


Figura 5.7 - Tempos para o carregamento do Ginga-NCL para o conjunto de aplicações da Tabela 5.19.

Cada linha da Figura 5.7 une os tempos necessários para o carregamento das aplicações listadas na Tabela 5.19 (eixo horizontal). Esse tempo inclui o tempo necessário ao carregamento dos componentes do Ginga-NCL e também as configurações necessárias à apresentação de uma aplicação, até o ponto imediatamente antes do seu início. Os tempos adicionais, necessários ao carregamento dos componentes para a construção dos planos temporais (Figura 5.5) e para a construção desses planos, para cada aplicação, são unidos através da linha verde do gráfico da Figura 5.7.

As medições do gráfico da Figura 5.7 foram realizadas com a versão 0.10.1 do Ginga-NCL, através de uma máquina virtual¹⁹ limitada a 500MB de RAM.

Índice	Aplicação	Vértices	Cadeias	Vértices na Cadeia Principal
1	Exemplo – Figura 4.25	34	10	14
2	Programando NCL (01)	14	1	14
3	Programando NCL (02)	24	2	19
4	Programando NCL (03)	25	2	19
5	Programando NCL (04)	27	2	21
6	Programando NCL (05)	29	2	21
7	Programando NCL (06)	38	4	21
8	Programando NCL (07)	61	9	29
9	Programando NCL (08)	61	9	29
10	Programando NCL (09)	62	9	30
11	Programando NCL (10)	134	14	51

Tabela 5.19 - Informações do HTG para um conjunto de aplicações.

A primeira aplicação utilizada na construção do gráfico da Figura 5.7 (Tabela 5.19) foi especificada no Capítulo 4 e pode ser visualizada na Figura 4.25. As demais aplicações foram retiradas da referência (Soares, 2009b). Para as aplicações da Tabela 5.19, o custo para o carregamento dos componentes adicionais e para a construção dos planos manteve-se praticamente constante. O maior custo observado foi de 303 milissegundos (exemplo 11).

Como contrapartida ao custo de processamento, os planos temporais oferecem o controle temporal das apresentações. É possível, por exemplo, posicionar uma apresentação em um instante qualquer no tempo de sua duração. Esse ajuste pode ser realizado de forma automática, de acordo com o valor do NPT. Nesse caso, o módulo Processador de Dados informa o instante no tempo

¹⁹ Uma máquina virtual similar pode ser encontrada em <http://www.softwarepublico.gov.br>

em que a apresentação deve ser posicionada. A apresentação é posicionada no instante apropriado através de transições de evento executadas pelo módulo Escalonador. Cabe ao componente Planos HTG informar ao módulo Escalonador as transições de eventos que devem ser executadas para o instante de tempo considerado.

Também é possível que uma apresentação seja posicionada em um instante qualquer de sua duração de forma interativa: um recurso bastante útil durante a edição e a realização de testes de uma aplicação. A mesma interface que o componente Planos HTG oferece para que um instante no tempo da aplicação seja informado pelo módulo Processador de Dados, pode ser utilizada pelo usuário através de uma aplicação LUA residente. A Figura 5.8 ilustra essa possibilidade.



Figura 5.8 - Menu LUA do Ginga-NCL para acesso ao plano de apresentação.

No exemplo, a aplicação LUA construída para acessar as interfaces do componente Planos HTG tem seu início e fim associados ao evento de pausa da aplicação NCL. Assim, quando uma aplicação NCL é pausada, a aplicação LUA é iniciada na parte inferior da aplicação NCL, como pode ser observado na Figura 5.8. Essa aplicação LUA informa o instante no tempo atual da apresentação e permite ao usuário, através do controle remoto, escolher um novo instante no tempo para posicionar essa apresentação. Nesse caso, as mídias necessárias à apresentação, no instante temporal desejado, devem estar disponíveis no receptor.

Durante a apresentação, existe uma comunicação constante entre o módulo Escalonador e o componente Planos HTG. Toda ação imprevisível que acontece durante uma apresentação é informada pelo Escalonador ao componente Planos HTG, para que os planos de apresentação e carregamento de exibidores possam ser atualizados. Em contrapartida, o componente Planos HTG informa ao componente Escalonador as transições de evento que devem ser executadas para sincronizar uma apresentação em um instante no tempo qualquer e também disponibiliza a esse componente as especificações temporais para o carregamento de exibidores e para operações de pré-busca que forem necessárias a uma apresentação.

Outra característica interessante dos planos temporais que merece ser destacada é a sua representação visual. Para visualizar a estrutura do HTG, das cadeias e até mesmo do plano de apresentação, uma ferramenta gráfica foi implementada, a partir de uma ferramenta para desenho de grafos.²⁰ Essa ferramenta permite o desenho de vértices e de arestas com descrições. Ela foi estendida para permitir o desenho de vários grafos, com cores diferentes, para que as cadeias pudessem ser representadas.

O componente Planos HTG foi implementado com vários métodos para depuração. Esses métodos, quando habilitados, enviam informações relacionadas ao HTG para a ferramenta gráfica, onde essas informações são apresentadas. O componente Planos HTG deve solicitar uma conexão à ferramenta gráfica (servidor) e, a partir dessa conexão, enviar as informações associadas ao HTG. A Figura 5.8 apresenta, como exemplo, o HTG construído pelo componente Planos HTG (Conversor HTG) para uma aplicação NCL (Aplicação 3) da Tabela 5.19.

²⁰ <http://abugraph.sourceforge.net>

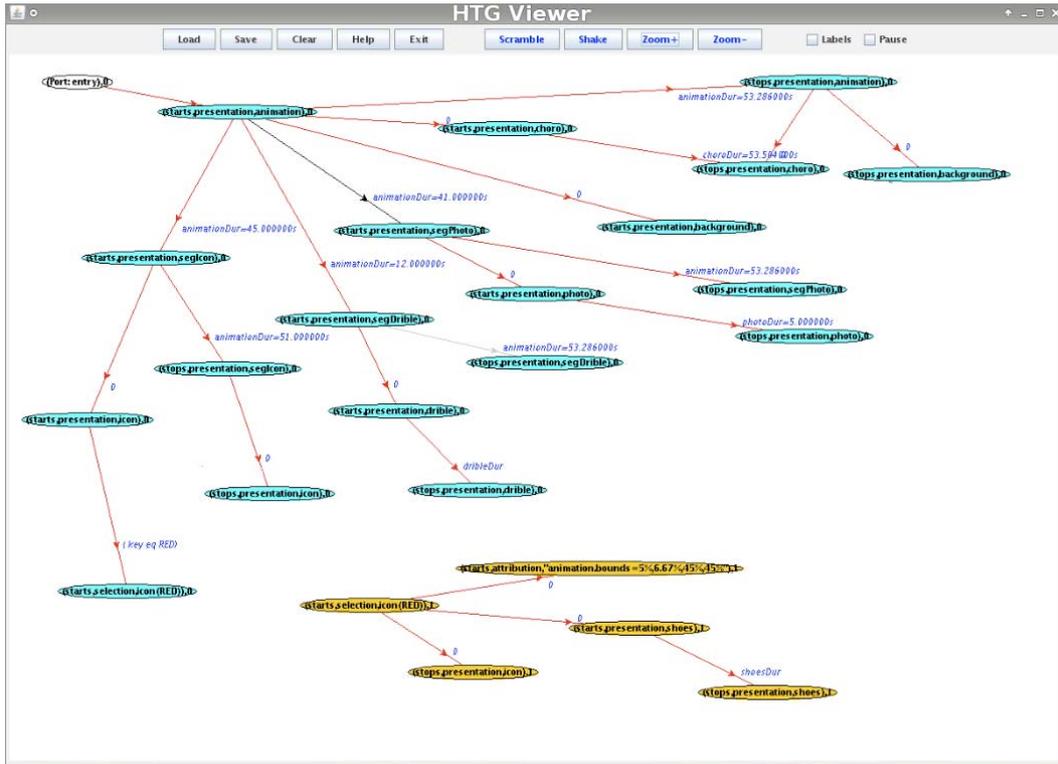


Figura 5.9 - Cadeias HTG construídas pelo componente Planos HTG para uma aplicação NCL (Aplicação 3 da Tabela 5.19).