

1 Introdução

Nos últimos anos, houve um considerável crescimento na demanda por aplicações hipermídia, que relacionam objetos de diversos tipos de mídia (como áudio, texto, imagem, vídeo etc.) no tempo e no espaço, incluindo os relacionamentos comandados pela interação do usuário da aplicação. Há diversas razões para essa tendência, como o aumento da largura de banda média da Internet, que viabiliza a transmissão dessas aplicações inclusive por fluxo (*streaming*). Algumas consequências desse aumento de demanda são o aparecimento de novas ferramentas de autoria para essas aplicações e a necessidade de novas metodologias de desenvolvimento que possam atender às expectativas de um público de autores crescente.

A autoria de documentos¹ hipermídia tem como requisito básico o fornecimento de facilidades para a especificação dos objetos de mídia que compõem a aplicação e dos relacionamentos de sincronismo espaço-temporal entre eles. Há também outros requisitos fundamentais entre os quais se destacam a necessidade de especificar o documento de forma estruturada e a promoção de alto grau de reúso (Antonacci *et al.*, 2000).

Em diversos modelos de documentos hipermídia, como no *Nested Context Model* (NCM) (Soares, 1995) ou no modelo da *Synchronized Multimedia Integration Language* (SMIL) (W3C, 2008), é comum o uso do conceito de composição hipermídia (ou apenas *composição*) como forma de permitir a especificação estruturada do documento. Composição também é um conceito usado para promover reúso, permitindo não apenas encapsular partes de um documento como também reutilizá-las de forma organizada em novos documentos.

Há importantes diferenças na forma como composições são especificadas. Em SMIL (W3C, 2008), por exemplo, as composições definem a semântica de

¹ O termo documento nesta tese é usado com o sentido de “especificação da aplicação hipermídia”.

apresentação do documento de forma implícita. Composições sequenciais SMIL (elemento <seq>), por exemplo, possuem implicitamente uma semântica que determina que seus elementos internos são exibidos um a um, em ordem, com o elemento seguinte iniciando sua exibição sempre que o anterior termina a dele. Outro exemplo em SMIL são as composições paralelas (elemento <par>), as quais determinam que todos os elementos internos devem iniciar sua exibição ao mesmo tempo.

Por outro lado, em NCM (Soares, 1995), modelo em que se baseia a linguagem NCL (*Nested Context Language*) (ABNT, 2007), a semântica de apresentação é explicitamente descrita por elos, internos à composição, definidos como entidades de primeira classe, ou seja, independente dos objetos que relaciona. Em NCM, os elos definem relacionamentos de sincronismo espaço-temporal entre objetos, sendo a interação do usuário tratada como um caso particular de sincronismo². O principal tipo de composição em NCM é o contexto (o qual dá nome ao modelo), que pode conter outros contextos, objetos de mídias³ ou elos.

Os dois parágrafos anteriores ilustram como composições hipermídia podem ser usadas para descrever a semântica de apresentação de documentos, implicitamente, quando há tipos diferentes de composição, ou explicitamente, quando elementos internos às composições se fazem necessários para esse propósito. De qualquer forma, é importante que essa semântica de apresentação possa ser explicitamente descrita para permitir a caracterização de *famílias de documentos*.

² Relacionamentos NCL fazem referência a uma relação. As relações em NCL são baseadas em eventos, os quais podem ser de quatro tipos: apresentação; seleção; atribuição; ou de composição. Qualquer tipo de evento é tratado de forma similar ao definir elos, seja um relacionamento que especifica um sincronismo entre a apresentação de dois conteúdos, o redimensionamento de um conteúdo na tela (atribuição) ou a interação do usuário (seleção).

³ No NCM, objetos de mídia, ou nós de mídia, são entidades cujo conteúdo é um conjunto de unidades de informação. Por exemplo, um objeto de mídia perceptual pode conter uma sequência de quadros de vídeo, ou uma sequência de amostras de áudio, ou uma matriz de pixels de uma imagem, ou uma sequência de caracteres de texto. Objetos de mídia podem ter também, como conjunto de unidades de informação, códigos escritos em uma linguagem imperativa ou declarativa. A própria aplicação NCL pode ser considerada um objeto de mídia declarativo, quando usada em outra aplicação NCL.

Uma família de documentos é composta por aplicações que são estruturalmente ou semanticamente similares entre si. Ao se analisar um conjunto considerável de aplicações hipermídia, é comum identificar a existência dessas famílias de documentos. O agrupamento em famílias é importante por diversas razões:

- Coerência de aplicações (*branding*): produtoras de conteúdo definem e seguem um mesmo estilo de programação;
- Usabilidade: as aplicações seguem um mesmo padrão de interface recorrente, permitindo que novas aplicações de uma família sejam mais facilmente usados por quem já usou uma aplicação dessa mesma família;
- Indexação, agrupamento de documentos: é mais simples realizar buscas e extrair informação semântica em bases de documentos quando eles estão agrupados. Em um ambiente de convergência de mídias, tratar de famílias de documentos é, na verdade, explicitar componentes de uma ontologia com a qual estão alinhados;
- Aceleração da autoria: uma nova aplicação é mais rapidamente criada por quem já fez previamente aplicações da mesma família;
- Aumento do reuso, direcionando o autor: uma aplicação poderia ser feita não mais a partir do zero, mas, de forma rudimentar, com base em outra aplicação da mesma família;
- Criação de conceitos de domínio em aplicações similares: definir um vocabulário próprio e um conjunto específico de restrições em aplicações de uma mesma família.

Geralmente, composições hipermídia podem ser usadas apenas para expressar instâncias de famílias de documentos, ou no máximo uma instância não acabada (um arquétipo de um documento). Aqui cabe uma observação que, do ponto de vista desta tese, um arquétipo, um molde de um documento, representa um documento inacabado, que (Trannin, 2010) muito bem definiu como “documento mestre”, e não uma família de documentos. Um documento inacabado pode gerar vários documentos, depois de preenchido. No entanto, esses documentos resultantes podem não caracterizar uma família, pois apesar de terem partido de um molde, eles podem não ter qualquer similaridade semântica ou estrutural quando finalizados.

Linguagens de autoria hipermídia em geral não possuem mecanismos para definir famílias de documentos. Quando definem composições, seus recursos são limitados para o propósito de gerar representações de famílias de documentos. Composições, em geral, exigem uma especificação completa, comprometendo o autor a definir todos os seus objetos e relacionamentos internos.

Contornando as limitações das composições hipermídia, em (Muchaluat-Saade, 2003), o conceito de estilo arquitetural, oriundo de Linguagens de Descrição de Arquitetura ou ADLs (Clements, 1996), é empregado também na área de linguagens de autoria hipermídia. Em ADLs, estilos arquiteturais são composições de componentes (unidades de computação), conectores (unidades de comunicação) e configurações (que contêm recursivamente componentes, conectores e outras configurações). Além disso, estilos também definem regras explícitas que restringem a forma como podem ser compostos, como a cardinalidade de cada tipo de componente e de conector interno.

Em (Muchaluat-Saade, 2003), o conceito de *template de composição* foi introduzido, como base para a especificação de tipos de composição, o que é exemplificado por composições com semântica temporal ou espacial pré-definida. Um dos objetivos de *templates de composição* é permitir que autores possam criar composições com a semântica que desejarem e depois possam reutilizá-la para a criação de seus documentos.

O conceito de documento mestre, definido em (Trannin, 2010), dá a autores a possibilidade de conceberem um novo documento não mais a partir do zero, mas baseado em um arquétipo e com partes dele pronto. Nada impede, no entanto, que esse autor modifique completamente a estrutura geral desse arquétipo, o que torna o documento finalizado muito diferente do arquétipo no qual ele foi originado. O *template de composição* de (Muchaluat-Saade, 2003) complementa esse conceito ao garantir certas restrições na construção de composições hipermídia. *Templates de composição*, no entanto, voltam a ser limitados quando o que se deseja é especificar partes inacabadas de documentos, tarefa bem mais fácil de ser feita com o conceito de documento mestre.

Este trabalho estende o conceito de *template de composição* de (Muchaluat-Saade, 2003), o qual será empregado de agora em diante como *template de documentos* (ou apenas *template*). *Templates de documento* descrevem a semântica de apresentação de uma família de documentos com estrutura similar e

bem caracterizada. Cabe ressaltar que (Muchaluat-Saade, 2003) definiu seus templates de composição como parte da linguagem NCL e, em NCL um documento é de fato uma composição. Uma linguagem para autoria de templates de documentos, denominada *Template Authoring Language* (TAL) é proposta como solução para a representação de famílias de documentos.

Adicionalmente, um método é proposto neste trabalho para a autoria de documentos hipermídia orientada pelo emprego conjunto de templates. Esse método permite que autores menos especializados possam criar novos documentos hipermídia tirando proveito do trabalho colaborativo de autores mais especializados. Os autores mais especializados, denominados *autores de templates*, criam bases de templates as quais podem ser acessadas e usadas por autores menos especializados, os quais são chamados *autores de documentos*, para instanciar novos documentos que seguem uma família existente nessa base.

O caso de uso mais comum do método envolve a utilização de TAL como linguagem para a representação de templates e NCL como linguagem para o preenchimento desses templates. O método, no entanto, é mais abrangente e não requer necessariamente o emprego dessas linguagens.

Ainda sobre o método proposto, um aspecto importante é que ele endereça a prática de autoria hipermídia não apenas como uma atividade *individual*, mas com um enfoque *social*, onde duas classes de atores (*autores de documentos ou de templates*) atuam cada um no seu papel, conforme sua capacitação ou interesse. O reúso, como um recurso necessário para o reaproveitamento de código próprio ou de terceiros e comumente empregado em práticas individuais, é extrapolado pelo método como uma prática social, o qual se faz necessário para o trabalho conjunto dessas duas classes de atores.

Por envolver uma prática social, o método trata tanto de aspectos locais quanto globais. Por questões locais entendem-se as tarefas específicas de uma classe de ator do método. Exemplos de aspectos locais para o autor de templates envolvem o ambiente de autoria que ele utiliza e o modelo conceitual empregado para a representação de famílias de documentos. Exemplos de aspectos locais para o autor de documentos envolvem seu próprio ambiente de autoria e a forma como ele instancia templates. Aspectos globais tratam de como se dá o trabalho conjunto dessas classes de atores. Para o método, aspectos globais envolvem

principalmente a comunicação, por parte do autor de templates, do significado dos templates para o autor de documentos.

1.1. Objetivos, Método e Principais Contribuições

O objetivo central desta tese é definir um método para a autoria de documentos hipermídia baseado no reúso da especificação de famílias de documentos. Esse método é chamado de *autoria orientada a templates*.

O próprio método de autoria é uma contribuição desta tese. A definição de uma linguagem declarativa para a definição de templates é, entretanto, a principal contribuição do trabalho. Essa linguagem é denominada TAL, de *Template Authoring Language*.

Dois estudos foram realizados sobre a aprendizagem e emprego de NCL como linguagem de autoria hipermídia, visando à fundamentação teórica necessária tanto para a concepção de TAL quanto para a definição do método. Tais estudos também oferecem propostas para a melhoria do reúso em NCL e para sua evolução.

Em resumo e em ordem de relevância, as contribuições dadas por este trabalho são:

- A definição de uma linguagem declarativa para a definição de famílias de documentos: a linguagem TAL;
- A definição de um método de autoria de documentos hipermídia baseado no reúso da especificação de famílias de documentos, o qual é chamado de *autoria orientada a templates*;
- Propostas para melhora e coerência do reúso de entidades da linguagem NCL, obtidas por uma avaliação analítica da linguagem;
- Propostas de evolução da linguagem NCL e de suas ferramentas de autoria, obtidas por uma avaliação da aprendizagem e uso de NCL, tanto por parte de programadores profissionais quanto por não-programadores.

Em um primeiro passo deste trabalho, realizou-se um estudo empírico objetivando obter indicadores sobre o uso de uma linguagem para autoria hipermídia na tarefa de criação de documentos, tendo em vista que ela desempenha o papel de *linguagem de interface* para o usuário. Esse estudo teve o

propósito de fornecer a fundamentação teórica para guiar a execução das etapas seguintes.

A linguagem escolhida para esse estudo foi NCL. Como o propósito final do estudo é obter indicadores para apoiar a especificação de famílias de documentos, a escolha de NCL é indicada porque essa linguagem dá suporte à composicionalidade e já oferece a especificação da semântica de apresentação de documentos de forma explícita.

O segundo passo foi realizar um estudo analítico sobre o reúso de código em NCL. A decisão pela escolha de NCL como alvo desse estudo, em detrimento a outras linguagens para autoria de documentos hipermídia é fundamentada não apenas nos motivos prévios, apontados para o estudo empírico, mas também porque o projeto da linguagem foi especialmente guiado, como é reforçado pelo estudo, para o suporte ao reúso. O objetivo desse estudo analítico é inspecionar o suporte ao reúso já existente na linguagem, uma vez que templates são exatamente voltados para o reúso, e avaliar no que esse suporte é suficiente ou insuficiente para a especificação de famílias de documentos.

De posse de ambos os estudos, empíricos e analíticos, o passo seguinte foi fazer um levantamento dos requisitos necessários para uma linguagem de especificação de templates. Como nenhuma linguagem existente atende aos requisitos encontrados, uma nova linguagem para especificação de templates foi criada, a qual é chamada TAL (*Template Authoring Language*). Convém ressaltar que o estudo dessas outras linguagens, por si só, também ofereceu novos requisitos que também foram levados em conta no projeto de TAL.

Uma vez que foi definida essa nova linguagem, um método para autoria hipermídia baseado na instanciação de templates é proposto por esse trabalho. O método visa fornecer uma forma mais simples e rápida de criação de novos documentos que seguem uma família.

1.2. Organização da tese

O restante desta tese segue a seguinte organização.

O Capítulo 2 trata da autoria em NCL, apresentando uma breve introdução sobre a linguagem, o estudo empírico realizado em turmas de aprendizes e ainda o

estudo analítico sobre os aspectos de reúso em NCL. O Capítulo 2 encerra com os requisitos para a especificação de templates relacionados apenas com NCL.

O Capítulo 3 trata de trabalhos relacionados à templates de documentos. Ele aborda como aspectos oriundos de ADLs podem ser abordados na concepção de templates. O Capítulo 3 também apresenta outras abordagens e linguagens para especificação de templates e uma discussão sobre os requisitos para uma linguagem de especificação de templates oriundos dessas outras abordagens. Esse capítulo encerra com um resumo sobre os principais requisitos apontados para uma linguagem de especificação de templates.

O Capítulo 4 apresenta TAL (*Template Authoring Language*), em que os elementos da linguagem são apresentados concomitantemente à construção de um exemplo de uso. O Capítulo 4 apresenta também o modelo conceitual de TAL, o qual estende o conceito de composição hipermídia, e uma breve discussão sobre como os requisitos previamente apontados são atendidos pela linguagem.

O Capítulo 5 apresenta as várias fases de uma autoria orientada a template, e a definição das várias ferramentas necessárias, entre elas a linguagem TAL.

O Capítulo 6 encerra com as considerações finais e possíveis trabalhos futuros. O Apêndice A traz a especificação de TAL por meio de XML Schema (W3C, 2001).