

Uma Metaferramenta de Apoio à Tecnologia Adaptativa

A. R. Camolesi

Resumo—Este trabalho tem por objetivo propor um gerador de ambientes que possibilite a geração automática de ambientes para o projeto de aplicações adaptativas. Tal gerador fundamenta-se nos conceitos de Tecnologia Adaptativa e permite a definição de dispositivos adaptativos dirigidos por regras. No desenvolvimento deste trabalho, foram propostos um método para a definição de dispositivos adaptativos e a arquitetura para um gerador de ambientes para a modelagem de aplicações usando um dispositivo adaptativo específico.

Palavras-chave - Sistemas Adaptativos, Modelagem de Sistemas, Simulação de Software, Engenharia de Software, Programação Dinâmica.

I. INTRODUÇÃO

Aplicações complexas são caracterizadas por componentes e aspectos cuja estrutura e comportamento, comumente, não podem ser descritos por um único formalismo, devido à diferença de natureza existente entre os modelos [1].

Ainda em [1], cita-se, por exemplo, a modelagem de um controlador de temperatura e nível – volume – de um recipiente. O controlador de temperatura pode ser descrito por um formalismo discreto, como Rede de Petri [2] ou Statecharts [3]. Considerando que o comportamento do controlador de líquido deve descrever a variação de volume, este deverá ser descrito com um formalismo contínuo (como, por exemplo, Equações Diferenciais Ordinárias).

Uma das técnicas utilizadas para modelar aplicações complexas é o uso de uma modelagem que utilize múltiplos formalismos. Utilizando-se dessa técnica, as diferentes partes do sistema são modeladas servindo-se de mais de um formalismo. Para analisar uma aplicação expressa por multiformalismo, não basta avaliar cada componente isolado: o projetista tem que considerar toda a aplicação. Por isso, a modelagem realizada com multiformalismo deve ser fundamentada na conversão de todos os componentes de cada formalismo em uma única representação comum. Dessa forma, a aplicação será representada por diferentes formalismos para ser corretamente analisada ou simulada. No projeto AToM³ [4], foi desenvolvido um ambiente multiparadigma para a modelagem e desenvolvimento de aplicações utilizando-se de multiformalismos. Tal ambiente

fundamenta-se em uma representação intermediária comum definida para o mesmo e que permite descrever os diversos formalismos e aplicações representados.

Outra característica presente em aplicações complexas é a possibilidade de elas modificarem o seu comportamento em tempo de execução. Tais aplicações possuem um comportamento inicial definido por um conjunto de ações que desempenham suas funções elementares, e durante a execução podem ter o seu comportamento modificado para dar suporte a novas funcionalidades. Tais modificações são decorrentes dos estímulos de entrada a que são submetidas no sistema e/ou da ocorrência de suas ações internas.

Uma técnica utilizada para auxiliar os projetistas na modelagem de aplicações com comportamento modificável é a tecnologia adaptativa [5]. A tecnologia adaptativa envolve um dispositivo não-adaptativo (subjacente) já existente em uma camada adaptativa e permite realizar mudanças no comportamento da aplicação definida. É possível citar, por exemplo, trabalhos relacionados a reconhecedores sintáticos adaptativos [6], os *Statecharts* Adaptativos [7] – empregados na modelagem de sistemas reativos –, e à modelagem de aplicações complexas com base no ISDL Adaptativo [8].

O gerador de ambientes descrito neste artigo utilizar-se-á dos conceitos de multiformalismo e de tecnologia adaptativa na busca de obtenção de ambientes para auxiliar os projetistas na modelagem de suas aplicações. Na sequência, serão descritas as formas de processo de produção de aplicações complexas, suas vantagens, desvantagens e necessidades encontradas para o projeto e seus respectivos desenvolvimentos. Tais conceitos fundamentam as justificativas para a realização deste trabalho.

II. PROJETO DE APLICAÇÕES ADAPTATIVAS

Quando um projetista vier a realizar o projeto de uma nova aplicação e executar as tarefas definidas para o ciclo de vida de desenvolvimento de aplicações utilizando tecnologia adaptativa e multiformalismo, poderá desempenhar o seu trabalho usando um ambiente que dê suporte às tarefas a serem desenvolvidas.

Com o objetivo de facilitar o trabalho do projetista, sugere-se o Processo Integrado para o projeto de aplicações utilizando tecnologia adaptativa, representado na Fig. 1.

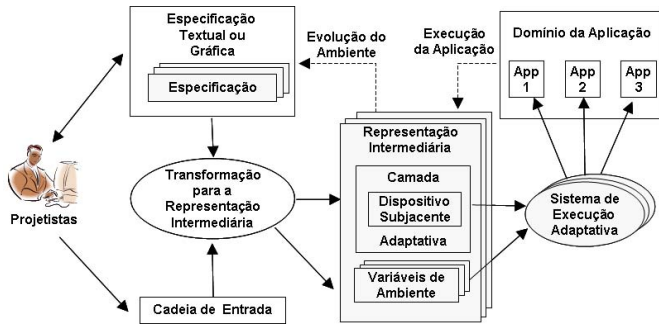


Fig. 1. Arquitetura do Processo Integrado para o projeto de aplicações adaptativas

O Processo Integrado tem por objetivo tornar mais prática a realização do projeto de aplicações valendo-se de tecnologia adaptativa e constitui-se das seguintes fases: fase de especificação; fase de transformação da especificação; e, por fim, fase de validação, simulação e verificação da especificação. Na fase de especificação da aplicação, utilizando-se de uma ferramenta textual ou gráfica, será realizada a especificação da aplicação desejada. Em seguida, ocorrerá a transformação da especificação produzida para uma representação intermediária da ferramenta e, com base na representação obtida, o projetista poderá informar seqüências de entrada e avaliar o comportamento da aplicação que foi especificada. Ocorrendo inconsistências ou erros, o projetista poderá realizar as modificações na especificação e reiniciar o processo.

Para que o Processo Integrado seja viável, fazem-se necessárias modificações nos ambientes computacionais já existentes. O trabalho de modificação de tais ferramentas nem sempre pode ser efetuado pelo fato de as ferramentas existentes possuírem restrições de acesso por conta de normas de proteção à propriedade, o que significa dizer que seus códigos-fontes não são abertos. Isso também ocorre, mesmo na possibilidade de acesso ao código-fonte de uma ferramenta, se a arquitetura desta não permitir o acoplamento da camada adaptativa e de suas funcionalidades. Nesses casos, uma nova ferramenta deve ser desenvolvida e, para tal, deve ser empregada uma grande equipe de desenvolvimento e/ou também uma grande quantidade de tempo para a obtenção da mesma. Tem-se observado que a ausência de ferramentas de boa qualidade em um pequeno prazo tem dificultado a utilização dos formalismos adaptativos em ambientes reais no desenvolvimento de aplicações. Neste contexto, propõe-se este trabalho, que consiste na proposta de um gerador de ambientes para formalismos adaptativos que dê suporte a multiformalismos.

III. DISPOSITIVOS ADAPTATIVOS

Em [9], foi apresentada uma formulação geral para dispositivos adaptativos. Tal formalização fundamenta-se em um mecanismo adaptativo (AM) que envolve o núcleo de um dispositivo subjacente, não-adaptativo (ND). Dessa forma, um dispositivo adaptativo (AD) é definido formalmente por um

óctuplo $AD = (C, AR, S, c_0, A, NA, BA, AA)$.

Nessa formulação, C é o conjunto de todas as possíveis configurações de ND e $c_0 \in C$ é a sua configuração inicial. S é o conjunto de todos os possíveis eventos de que se compõe a cadeia de entrada de AD, e o conjunto A representa as configurações de aceitação para ND.

Os conjuntos BA e AA são conjuntos de ações adaptativas. NA é um conjunto de todos os símbolos que podem ser gerados com saídas por AD, em resposta à aplicação de regras adaptativas. AR é o conjunto das regras adaptativas que definem o comportamento adaptativo de AD e é dado por uma relação $Ar \subseteq BA \times C \times S \times C \times NA \times AA$, na qual ações adaptativas modificam o conjunto corrente de regras adaptativas AR de AD para um novo conjunto AR adicionando e/ou eliminando regras adaptativas em AR .

Com base nesses conceitos, é proposto neste trabalho um modelo lógico para a representação dos elementos formais apresentados em [9]. Tal modelo é fundamental para o desenvolvimento de ferramentas que dão suporte a uma metodologia de *design* de aplicações adaptativas.

IV. MÉTODO PARA DEFINIÇÃO DE DISPOSITIVOS ADAPTATIVOS

Ao se definir um novo dispositivo adaptativo, faz-se necessário um método que traga facilidades aos especialistas na realização de seus trabalhos de extensão de seus dispositivos segundo os conceitos de Tecnologia Adaptativa. Auxiliar o método para a definição de dispositivos adaptativos e a realização da implementação de ferramentas para dar suporte aos projetistas de aplicações durante a fase de modelagem é o objetivo deste trabalho, que constitui a proposta de um gerador de ambientes para a modelagem de aplicações usando tecnologia adaptativa. Tal gerador deve permitir a um especialista em um determinado dispositivo não-adaptativo, depois de acrescentar a camada adaptativa ao formalismo, realizar o seu mapeamento para uma representação intermediária e obter de forma quase automática um ambiente para o projeto de aplicações. Tal ambiente deve permitir multiformalismos e a possibilidade de representações das características adaptativas das aplicações. Sua estrutura deve conter ferramentas que permitam a edição de especificações e, posteriormente, a simulação, a verificação e a implementação das aplicações projetadas.

A utilização de um método adequado é importante para facilitar e tornar mais produtivo o trabalho do especialista na definição de um dispositivo adaptativo. O método proposto foi fundamentado na análise dos trabalhos de definição de dispositivos adaptativos realizados em [5][7][8][10][11][12] para a definição de dispositivos adaptativos e nas experiências adquiridas durante a elaboração desses trabalhos. Tal método é constituído de três etapas: etapa de definição do modelo teórico (matemático); etapa de mapeamento para o modelo lógico (representação intermediária do modelo teórico) e etapa de definição do modelo físico (programa). A Figura 2 ilustra as etapas e as relações existentes entre si.

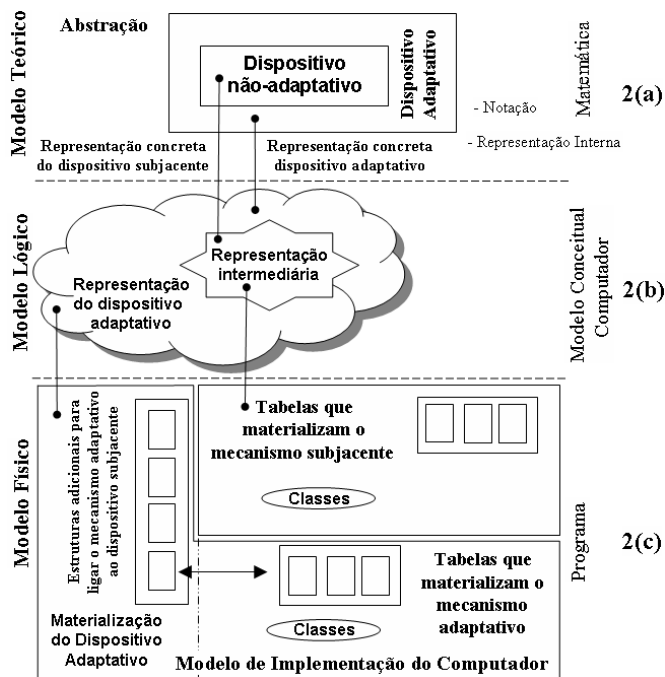


Fig. 2. Metodologia de extensão de dispositivos adaptativos dirigidos por regras

Na etapa de definição do modelo teórico, representada na Fig. 2(a), entende-se que um especialista com bons conhecimentos matemáticos sobre determinado dispositivo não-adaptativo possa acrescentar à definição formal do dispositivo subjacente as funcionalidades providas pelos mecanismos adaptativos. Em [5] e em [7], são apresentadas extensões de dispositivos subjacentes pela inclusão de conceitos de dispositivos adaptativos. Nessa fase, é realizada a união dos conceitos formais de ambos os dispositivos (não-adaptativo e adaptativo), pela qual se obtém o novo dispositivo adaptativo.

A etapa de definição do modelo teórico é a primeira etapa a ser realizada ao se definirem dispositivos adaptativos. Tal etapa fundamenta-se na estrutura para representação geral de dispositivos adaptativos proposta em [9]. O trabalho aí desenvolvido pode ser considerado a forma mais abrangente para definição de um dispositivo adaptativo. Sua estrutura fundamenta-se na existência de um dispositivo não-adaptativo — por exemplo, Autômato de Estados Finitos, Autômato de Pilha, Gramática, Rede de Petri, ISDL, etc., —, o qual é envolvido por um mecanismo adaptativo, responsável por permitir que a estrutura do mecanismo subjacente seja dinamicamente modificada. Um autômato de estados finitos, por exemplo, ao ser envolvido por um mecanismo adaptativo, passa a poder sofrer em seu comportamento remoções ou inserções de transições enquanto realiza o processamento da cadeia de entrada, o que concede um aumento ao seu poder de expressão. Uma característica fundamental no uso dos conceitos de tecnologia adaptativa é a possibilidade de utilização de dispositivos existentes com um aumento do seu poder de representação ao custo de um pequeno acréscimo na

sua complexidade formal.

Após a obtenção do dispositivo adaptativo, faz-se necessário seu mapeamento para o modelo lógico, visando a representação de dispositivos adaptativos dirigidos por regras no formato do modelo lógico, ilustrado pela Figura 2(b). Tal etapa consiste na definição da estrutura de dados (lógica) que representa os conceitos formais do dispositivo adaptativo. Esta é de fundamental importância, pois serve como base para a estrutura de armazenamento de informações necessárias para o desenvolvimento de ferramentas, propostas nas próximas seções deste capítulo.

Na etapa de definição física, representada pela Figura 2(c), um projetista com conhecimentos sobre o dispositivo adaptativo definido pode realizar a especificação de sua aplicação. Nessa etapa, são produzidas especificações de aplicações que serão, posteriormente, analisadas e implementadas. Esse trabalho deve ser realizado com o auxílio de um ambiente para modelagem de aplicações que use tecnologia adaptativa.

Ao realizar o seu trabalho, o projetista de aplicações instancia os objetos definidos na etapa lógica e define elementos físicos que representam o comportamento da aplicação desejada. Nesta fase, pode-se observar que são instanciados objetos pertencentes a duas classes distintas: os que representam o comportamento da aplicação projetada e os que representam as funções e ações adaptativas responsáveis por modificações no comportamento da aplicação em tempo de execução. Com base no conjunto de objetos definidos nesta fase, são permitidas a apresentação da especificação, a simulação do comportamento, a verificação de inconsistências e a execução da aplicação projetada. Durante o processo de simulação de comportamento e execução da especificação no núcleo adaptativo, ações adaptativas podem ser executadas e regras podem ser adicionadas e/ou removidas do comportamento, modificando-se sua estrutura.

V. AMBIENTE PARA O PROJETO DE APLICAÇÕES ADAPTATIVAS

O projeto de aplicações exige, em geral, soluções relativamente complexas, nas quais é imprescindível o uso de um método bem definido que dê suporte à especificação de aplicações adaptativas e, posteriormente, à análise e à implementação das especificações produzidas. Fundamentado nos conceitos apresentados em [13], é proposto um método para o projeto de aplicações adaptativas constituído de três fases: especificação, análise e implementação.

Na fase de especificação, um projetista utiliza uma linguagem de especificação e gera modelos da aplicação desejada. Com base nos modelos obtidos, é realizada a fase de análise, que tem por objetivo verificar inconsistências na aplicação projetada. Nessa fase, o projetista submete estímulos ao modelo e obtém respostas que lhe permitem validar o modelo definido. Também nessa fase podem ser realizadas simulações do modelo, cujas respostas geradas auxiliarão o projetista na validação e análise da aplicação projetada. Ao

serem detectadas inconsistências ou falhas, a especificação deve ser editada e, na sequência, novamente analisada. Finalmente, depois de validada a aplicação, o modelo gerado poderá ser traduzido para uma linguagem de representação física. Para auxiliar o método proposto para o projeto de aplicações que use tecnologia adaptativa, faz-se necessária a utilização de um ambiente que integre um conjunto de ferramentas que dê suporte aos projetistas na realização de seu trabalho. A Fig. 3 ilustra a arquitetura geral de tal ambiente, que é organizado em 3 (três) grupos de ferramentas que foram aglutinadas e definidas conforme as características inerentes ao método proposto: Ferramentas de Edição, Ferramentas de Análise e Ferramenta de Implementação.

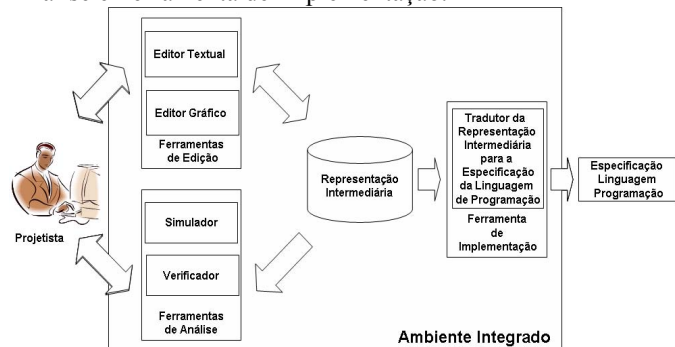


Fig. 3. Ambiente para o projeto de aplicações usando Tecnologia Adaptativa.

Valendo-se das Ferramentas de Edição, um projetista de aplicações, utilizando um dispositivo adaptativo específico, poderá realizar a especificação de sua aplicação com o auxílio de um editor de texto qualquer ou de um editor gráfico. Para possibilitar o intercâmbio das especificações produzidas, os editores devem gerar objetos no Modelo Lógico. Caso a especificação seja produzida em um editor textual, esta deverá ser compilada para transformar a codificação realizada no formato definido para o modelo lógico.

Depois de realizada a especificação, o projetista de aplicações poderá utilizar as Ferramentas de Análise. Tais ferramentas utilizam a codificação da especificação (no formato do modelo lógico) como base e permitem a realização de uma análise do comportamento da aplicação adaptativa em desenvolvimento. Por fim, depois de especificada e analisada a representação de uma aplicação, o projetista pode se utilizar das Ferramentas de Produção de Representações Físicas e gerar uma representação de uma aplicação em um determinado padrão de linguagem de representação física para obter a aplicação desejada.

VI. UM GERADOR DE AMBIENTES PARA A MODELAGEM DE APLICAÇÕES USANDO TECNOLOGIA ADAPTATIVA

O gerador de ambientes consiste em ferramentas que permitam a descrição de um dispositivo específico, suas definições gráficas e a forma de operação. Com base em tais definições, o gerador de ambientes é executado e obtém como resultado um ambiente para o dispositivo específico, o qual permite que sejam desempenhadas as funcionalidades

desejadas por um projetista. Na Fig. 4, é ilustrada a arquitetura geral para o gerador de ambientes. Tal arquitetura define um metambiente composto por um *framework* de um ambiente geral – definição de uma estrutura que contém os elementos comuns a todos os ambientes e pode ser reaproveitada – e por quatro ferramentas: Ferramenta para Definição dos Elementos Conceituais, Ferramenta para Definição dos Elementos Gráficos, Ferramenta para Definição da Forma de Operação de um Dispositivo e Ferramenta para a Geração de Ambientes.

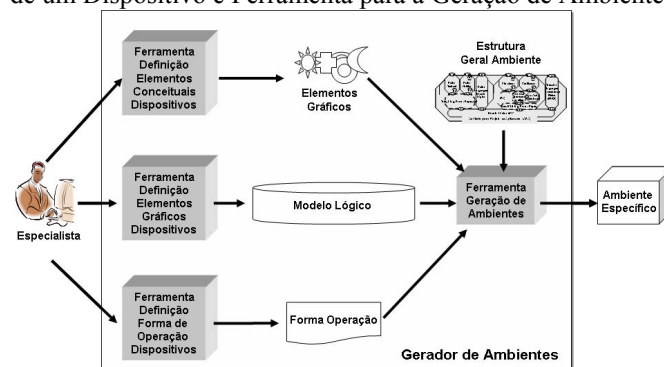


Fig. 4. Arquitetura geral do gerador de ambientes.

Na arquitetura proposta, o *Framework* de um Ambiente Geral é um conjunto de programas (classes) que descreve as funcionalidades comuns a todos os projetistas de aplicações adaptativas. Tal *framework* permite a obtenção de um ambiente específico sem a necessidade de refazer a implementação de todos os componentes pertencentes ao mesmo. Um programador com bons conhecimentos no *framework* e na linguagem para sua representação física pode inserir os códigos necessários para que as funcionalidades específicas com base no dispositivo utilizado possam ser disponibilizadas no ambiente.

Com o objetivo de facilitar a implementação do ambiente e o trabalho de realização no *framework* é que se propõe a utilização da *Ferramenta de Definição dos Elementos Conceituais de um Dispositivo*, que permitirá a um especialista instanciar objetos no modelo lógico e definir a representação dos elementos conceituais do dispositivo desejado.

Os objetos gráficos associados aos elementos conceituais de um dispositivo também devem ser definidos para poderem ser utilizados pelas ferramentas de edição e análise. Para tal, é proposta a *Ferramenta para a Definição dos Elementos Gráficos de um Dispositivo*, que possibilita a um especialista definir os objetos gráficos – no caso da existência de tal representação – dos elementos conceituais do novo dispositivo. Os novos elementos definidos comporão, posteriormente, a barra de ferramentas e os menus de opções da ferramenta de edição do ambiente específico para modelagem, responsáveis por permitir a inserção de tais objetos durante a edição da especificação de uma aplicação e que também servirão para a apresentação do modelo da aplicação quando da sua simulação e verificação.

Além dos elementos descritos anteriormente, também se faz

necessária a descrição da forma de operação de um dispositivo. Para esse trabalho, apresenta-se a *Ferramenta de Definição da Forma de Operação de um Dispositivo*. Tal ferramenta permite que um especialista descreva as ações que os simuladores e verificadores devem desempenhar sobre os elementos de especificação – armazenados no modelo lógico – de uma determinada aplicação durante a fase de análise.

Com base no *framework* para um ambiente geral e nos objetos definidos pelas ferramentas para definição de dispositivos, elementos gráficos e forma de operação, executa-se a *Ferramenta de Geração de Ambientes*. Tal ferramenta realiza de forma automática a definição de módulos que serão anexados ao ambiente geral e uma nova ferramenta para um dispositivo específico será obtida.

VII. CONCLUSÃO

Inicialmente, foram desenvolvidos estudos com o objetivo de agregar aos dispositivos não-adaptativos subjacentes os recursos providos pela camada adaptativa (NETO, 1993). Valendo-se da representação geral para dispositivos adaptativos elaborada por Neto (2001), foram definidos dois novos dispositivos: Rede de Petri Adaptativa (RP_{Adp}) e *Adaptive Interaction System Design Language* ($ISDL_{Adp}$).

Outros dispositivos adaptativos (Autômatos Adaptativos e Autômato de Estados Finitos, Statechart e Gramática), previamente definidos individualmente em outros trabalhos, foram denotados usando a representação geral para dispositivos adaptativos. Com base nos dispositivos definidos e nas denotações realizadas, foi possível avaliar a forma geral para dispositivos adaptativos e verificar que a configuração corrente (status) de uma aplicação em um determinado momento não é representada de forma adequada em tal estrutura. Dessa forma, sugere-se que estudos sejam realizados para o aprimoramento da referida representação, os quais deverão buscar uma melhor formalização. Também se observou que é possível adicionar novas camadas adaptativas a dispositivos adaptativos já existentes, passando então estes a terem a possibilidade de realizarem modificações no conjunto de funções e ações adaptativas.

Com base nos estudos realizados, foi possível propor uma estrutura de dados geral (modelo lógico) que permite representar os elementos conceituais dos dispositivos – subjacentes e/ou adaptativos – definidos. O modelo lógico desenvolvido foi organizado em camadas para facilitar o seu entendimento e o mapeamento de formalismos e especificações para esse tipo de estrutura. Uma outra vantagem de o modelo lógico ser organizado em camadas é a possibilidade de sua utilização para a representação de dispositivos subjacentes e as especificações de aplicações produzidas com base em tais dispositivos apenas — sem a necessidade de usar a camada adaptativa. Uma vez assim definido, o modelo lógico permite a descrição de dispositivos – adaptativos ou não-adaptativos – dirigidos por regras e provê recursos para que outros dispositivos sejam estudados e mapeados.

Ainda em relação ao desenvolvimento de aplicações, por meio de dispositivos adaptativos, foi detectada a necessidade de um método para o projeto de aplicações usando tais dispositivos. Nesse sentido, foi definida uma metodologia visando o desenvolvimento de aplicações, utilizando-se de tecnologia adaptativa, pela qual pôde ser observada, também, a necessidade de um ambiente para auxiliar o projetista no desenvolvimento de suas aplicações. Tal ambiente deve dar suporte ao projetista em todo o ciclo de vida (especificação, análise e representação física) do desenvolvimento de aplicações e permitir que inconsistências sejam verificadas e corrigidas durante a realização do trabalho. O ambiente proposto fundamenta-se no modelo lógico definido para descrever os dispositivos definidos e as especificações produzidas. A utilização do modelo lógico mostrou-se de fundamental importância, pois permitiu uma maior agilidade e facilidade na definição de novos dispositivos para suportarem tecnologia adaptativa. Ainda em relação ao ambiente, também foi proposta uma arquitetura concebida em módulos. Tal arquitetura permite que partes da ferramenta (módulos) sejam alteradas, inseridas ou removidas sem que ocorram mudanças na estrutura do ambiente proposto.

Com a realização dos trabalhos de definição de dispositivos, de estruturação do modelo lógico e da proposição do ambiente para a modelagem de aplicações, verificou-se que seria importante a concepção de um método para a definição de dispositivos adaptativos. Tal método tem por objetivo auxiliar os especialistas na definição de novos dispositivos e consiste em três etapas: teórica, lógica e física. Na etapa de representação formal (teórica), o especialista, com base na representação geral, faz a definição do dispositivo subjacente e acrescenta a ele a camada adaptativa. Na sequência, realiza o mapeamento do novo dispositivo para o modelo lógico e, posteriormente, utilizando-se de um ambiente, pode realizar o projeto de suas aplicações. Para tornar mais rápido e eficiente o trabalho do especialista que utiliza o referido método foi proposta a concepção de um gerador de ambientes para modelagem com uso da tecnologia adaptativa. O gerador de ambientes tem por objetivo auxiliar os especialistas na realização das etapas do método para definição de dispositivos adaptativos e obter, quase automaticamente, os novos dispositivos adaptativos e os seus respectivos ambientes para a modelagem de aplicações.

O gerador de ambientes permite que um especialista, depois de realizar a formalização de um dispositivo, utilize um conjunto de ferramentas para auxiliar na descrição do modelo lógico e dos principais elementos que constituirão o ambiente de modelagem para o referido dispositivo. Inicialmente, o especialista define o dispositivo e a descrição dos elementos necessários para a geração do ambiente. Depois de realizadas essas tarefas, o gerador de ambientes é executado e obtém-se como saída um ambiente para a modelagem de aplicações adaptativas para ser utilizado pelos projetistas na realização de seu trabalho.

Com o objetivo de validar o gerador proposto, foi definido um ambiente simplificado para a modelagem de aplicações

adaptativas. Tal ambiente consiste de duas ferramentas: uma para descrição de dispositivos e especificação de aplicações usando o modelo lógico e outra para simular as aplicações especificadas, ambas utilizando-se do modelo lógico e de um *framework* para auxiliar os especialistas na implementação de simuladores para os dispositivos definidos. A realização desses trabalhos serviu para demonstrar que a proposta do gerador é consistente e ajudou a validar o modelo lógico definido. As ferramentas obtidas também podem auxiliar um projetista na especificação de suas aplicações, apesar de não possuírem uma interface tão intuitiva e amigável ao usuário.

Com o objetivo de avaliar os dispositivos definidos e as ferramentas desenvolvidas, foram realizados estudos de casos que empregam o uso da tecnologia adaptativa no seu projeto. Nesse contexto, foram desenvolvidos três estudos de caso, que buscaram mostrar o uso dos dispositivos AEF_{Adp} , RP_{Adp} e $ISDL_{Adp}$ e as ferramentas desenvolvidas para tais dispositivos. O estudo de caso realizado em relação ao AEF_{Adp} permitiu demonstrar a utilização da tecnologia adaptativa na modelagem de elementos abstratos. O exemplo apresentado, no qual foi utilizado o RP_{Adp} , permitiu a demonstração do emprego de tal dispositivo na modelagem de aplicações telemáticas e também possibilitou a constatação de que este pode ser empregado na modelagem de outros tipos de aplicações. Em relação ao dispositivo $ISDL_{Adp}$, este permitiu avaliar o emprego da tecnologia adaptativa na especificação de interfaces de aplicações [14], bem como a sua utilização no desenvolvimento de aplicações complexas [12].

REFERÊNCIAS

- [1] J. Lara, H. Vangheluwe, and M. Alfonseca, "Meta-modelling and graph grammars for multi-paradigm modelling AToM", in *Proc. Software and Systems Modeling*. Springer Verlag, vol. 3, number 3, Aug. 2004.
- [2] C. A. Petri, "Kommunikation mit Automaten", Ph. D thesis, Institut für Instrumentelle Mathematik, Schriften, University of Bonn, Bonn, German, 1962.
- [3] D. Harel et al., "On the formal semantics of statecharts", in *Proc. 1987 IEEE Symposium on logic in Computer Science*, pp. 54-64.
- [4] AToM 3 Project, Available on: <http://atom3.cs.mcgill.ca/>, January, 2007.
- [5] J. J. Neto, "Contribuições à metodologia de construção de compiladores," Tese de Livre-Docência, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1993.
- [6] J. J. Neto, "Uma Solução Adaptativa para Reconhecedores Sintáticos", in *Anais 1998 EPUSP Engenharia de Eletricidade*, série B, vol. 1, pp. 645-657.
- [7] J. R. Almeida, "STAD – Uma ferramenta para representação e simulação de sistemas através de statecharts adaptativos", Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1995.
- [8] A.R. Camolesi, J. J. Neto, "Modelagem Adaptativa de Aplicações Complexas", in *2004 Anais XXX Conferencia Latinoamericana de Informática Sep*.
- [9] J. J. Neto, "Adaptive Rule-Driven Devices – General Formulation and Case Study", in *Proc. 2001 Lecture Notes in Computer Science. Watson, B.W. and Wood, D. (Eds.): Implementation and Application of*

Automata 6th International Conf., Springer-Verlag, Vol.2494, pp. 234-250.

- [10] H. Pistori, "Tecnologia Adaptativa em Engenharia de Computação: Estado da Arte e Aplicações", Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2003.
- [11] M. K. Iwai, "Um formalismo gramatical adaptativo para linguagens dependentes de contexto," Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2000.
- [12] A. R. Camolesi, J.J. Neto, "Representação Intermediária para Dispositivos Adaptativos Dirigidos por Regras", in *Proc. 2004 3rd International Information and Telecommunication Technologies Symposium*, UFSCar, São Carlos, Brasil.
- [13] W. L. Souza et al., "Design de Aplicações Multimídia Distribuídas (DAMD)", in *Anais do II Seminário Franco-Brasileiro em Sistemas Distribuídos Conf*, Fortaleza – CE, novembro de 1997.
- [14] A. R. Camolesi, J.J. Neto, "An adaptive model for specification of distributed systems". IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, Argentina, 6-10 de Outubro, 2003.



Almir R. Camolesi nasceu em Cândido Mota, São Paulo, Brasil, em 2 de janeiro de 1972. Graduou-se em Tecnologia em Processamento de Dados na Fundação Educacional do Município de Assis, em 1992. Recebeu o título de mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos, em 2000, e doutorou-se em Engenharia de Computação e Sistemas Digitais pela Universidade de São Paulo, em 2007. Atualmente, é professor titular da Fundação Educacional do Município de

Assis. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Tecnologias Adaptativas, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem abstrata, metaferramentas, dispositivos adaptativos, ensino a distância, modelagem e desenvolvimento de aplicações distribuídas.