

# O Uso de modelos e Múltiplos Protótipos na Concepção de Interface do Usuário

**Karolyne Maria Alves de Oliveira**<sup>1</sup>

**Yuska Paola Aguiar**

**Bernardo Lula Júnior**

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

karolyne@dsc.ufcg.edu.br

yuska@dsc.ufcg.edu.br

lula@dsc.ufcg.edu.br

**Luiz Carlos Rodrigues Chaves**

**Gabriela Guedes**

**Diénert Alencar Vieira**

**Ygor Oliveira Carvalho**

**Jânio Gomes de Lima**

**Márcia de Oliveira Alves**

Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba (CEFET-PB)

elucachaves@gmail.com

gabriguedes@gmail.com

dienertalencar@gmail.com

ygor.oliveira.carvalho@gmail.com

janiojaniojnio@gmail.com

márcia@cefetpb.edu.br

**Resumo:** A utilização de múltipla prototipagem de forma evolutiva em uma abordagem de desenvolvimento de interface do usuário baseada em modelos parece ser um fator determinante para a adoção efetiva deste tipo de abordagem pelos projetistas de interface. Protótipos de baixa-, média- e alta-fidelidade podem ser utilizados em diferentes fases do processo, em consonância com os níveis de abstração definidos no framework de referência Camaleon. Um ambiente de desenvolvimento de interface do usuário que implementa essa abordagem é descrito e resultados parciais sobre sua utilização são apresentados.

**Palavras-chave:** Abordagem Baseada em Modelos, Múltipla Prototipagem, Ambiente de Concepção de Interface do Usuário.

**Abstract:** The use of multiple prototyping utilizing an evolution way in the model based development approach of user interface shows that it could be a determinant fact of this effective adoption by the user interface designer. Low-, medium- and high- prototypes can be used in different processes levels relating to the abstraction levels defined in Camaleon framework. A user interface development environment that implements this approach is described and partial results about this utilization are shown.

**Key-words:** Model-Based Approach, Multiple Prototyping, User Interface Development Environment.

---

<sup>1</sup> Autor a quem toda correspondência deverá ser endereçada

## 1. Introdução

A Engenharia de Software tem evoluído para atender critérios de qualidade cada vez mais exigentes relativos à crescente demanda por sistemas computacionais mais complexos, robustos e eficientes. Uma das principais abordagens atualmente em uso para o desenvolvimento desses sistemas é a Abordagem Baseada em Modelos (*Model-Based Approach*) que consiste em estabelecer uma arquitetura que encoraje o uso intensivo de modelos como meio de gerar, de forma automatizada, seu código. Esta abordagem explora as informações contidas nos diversos modelos envolvidos para prover geração automática ou semi-automática de código e ferramentas de assistência ao projeto para diferentes tipos de aplicação. O uso deste tipo de abordagem traz grandes benefícios, como (i) a possibilidade de fácil automatização do processo através do uso de ferramentas específicas; (ii) a consistência e reutilização; e (iii) o desenvolvimento interativo.

O desenvolvimento de interfaces do usuário, um componente crucial do software, não escapa dessa evolução e segue, da mesma forma, a abordagem de desenvolvimento baseada em modelos (LIMBOURG; VANDERDONCKT, 2004, p. 155). Nessa abordagem, modelos são utilizados para representar formalmente um agrupamento de conceitos, estruturas de representação, e uma série de primitivas e termos que podem ser usados para explicitamente, capturarem as várias formas de conhecimento sobre a interface do usuário e sobre sua aplicação interativa usando abstrações apropriadas.

Os processos de desenvolvimento de interface do usuário baseados em modelos fundamentam-se, tipicamente, na criação de mapeamentos entre os elementos dos modelos da tarefa, do usuário, do domínio e da interação. Muitas técnicas têm sido desenvolvidas a fim de estabelecer uma relação entre os elementos presentes nos diversos modelos contemplados nesse processo. Como forma de suporte a esse tipo de desenvolvimento de interface, diversos ambientes denominados Ambientes de Desenvolvimento Baseados em Modelos (MB-IDEs) (GRIFFITHS *et al.*, 2001) foram criados com o objetivo de auxiliar o projetista em atividades que envolvam a construção e transformação de uma coleção de modelos. Dentro desse contexto, a literatura aponta o modelo da tarefa como o artefato base para a obtenção dos outros modelos envolvidos no processo de concepção de interface do usuário.

Porém, a abordagem de desenvolvimento de interface do usuário baseada em modelos apresenta dificuldades na sua adoção por parte dos projetistas,

devido a dois aspectos importantes citados por Myers *et al.* (2000):

- (i) o uso de modelos não está associado a uma representação visual que possibilite vislumbrar a interface final, que será gerada a partir dos modelos utilizados. Essa característica faz com que a interface final do usuário seja imprevisível durante todo, ou quase todo, o seu processo de desenvolvimento;
- (ii) o uso exclusivo de modelos declarativos nas fases iniciais e intermediárias do processo implica a necessidade de se aplicarem técnicas de avaliação da interface final com base nesse tipo de modelo, o que impossibilita a avaliação de aspectos visuais e de navegação simultaneamente, adiando-a para estágios finais do processo de desenvolvimento.

Como base no exposto, este artigo apresenta uma proposta de solução para esse problema, que objetiva minimizar a resistência dos projetistas na adoção de abordagens de desenvolvimento de interface do usuário baseadas em modelos. As dificuldades identificadas por Myers *et al.* (2000) apontam para a ausência de representações visuais preliminares da interface do usuário ao longo do seu desenvolvimento como principal causador de insatisfação (implícita ou explícita) por parte dos projetistas. A solução aqui proposta tem como base a utilização de representações visuais da interface, em desenvolvimento, através da aplicação de diferentes técnicas de prototipagem em diferentes etapas de um processo de desenvolvimento de interface do usuário baseado em modelos.

O restante deste trabalho é dividido em 7 Seções, além desta. Na Seção 2 é apresentada uma visão geral acerca do desenvolvimento de interface do usuário baseada em modelos. Na Seção 3 é apresentado o uso de diferentes técnicas de prototipagem; nas Seções 4 e 5 é proposta uma abordagem de desenvolvimento baseada em Modelos utilizando Múltiplos Protótipos e sua instanciação em uma metodologia específica; na Seção 6 propõe-se um ambiente baseado em modelos para apoiar a abordagem proposta na seção anterior. Na Seção 7 são apresentados resultados de um estudo de caso, evidenciando o uso de protótipos de média-fidelidade na abordagem proposta. E, por fim, a Seção 8 apresenta as conclusões deste trabalho.

## 2. Concepção de Interface do Usuário Baseada em Modelos

O *framework Camaleon* (CALVARY *et al.*, 2003, p. 289) é considerado um marco teórico de referência no desenvolvimento de interface do usuário baseado em modelos, congregando toda a parte conceitual até então difundida na literatura. Ele descreve os modelos envolvidos no processo de concepção e os processos que utilizam esses modelos. Por ser a referência, em termos de desenvolvimento de interface, baseada em modelos, esta servirá de alicerce para abordagem que será descrita neste trabalho.

*Camaleon* estrutura, de forma organizada e genérica, o ciclo de vida para o desenvolvimento de interfaces do usuário, e estabelece quatro níveis de abstração que relacionam os modelos utilizados em abordagens de desenvolvimento de interfaces do

usuário. O nível mais alto é o *Tarefa&Conceito* (*Task&Concept*), que descreve as várias tarefas interativas, que devem ser executadas pelos usuários da aplicação em desenvolvimento e os objetos do domínio que são manipulados por essas tarefas. O nível de *Interface Abstrata do Usuário* (do inglês, AUI), que provê a definição da interface do usuário, em termos de objetos de interação abstratos, e as relações entre eles. O terceiro nível refere-se à *Interface Concreta do Usuário* (do inglês, CUI), que concretiza os elementos da AUI para um contexto de uso particular. O CUI define a disposição dos *widgets* e seu comportamento sem associar os objetos de interação a uma *toolkit* gráfica específica. O último nível, *Interface Final do Usuário* (do inglês, FUI), define a interface operacional do usuário e é tipicamente o código da interface do usuário em alguma linguagem de programação. A Figura 1 exhibe os níveis do *framework Camaleon*.

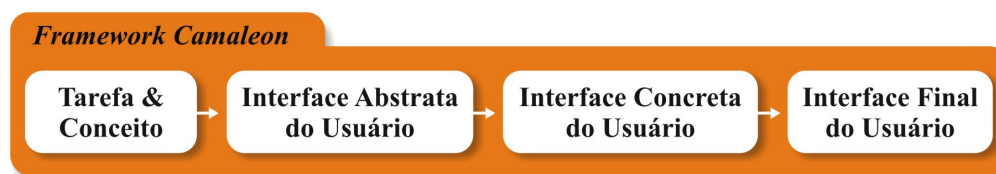


Figura 1 – Estrutura do framework *Camaleon*

A estrutura de *Camaleon* está presente em inúmeras metodologias de desenvolvimento (ou projeto) de interface do usuário, tais como: TRIDENT (BODART *et al.*, 1994), ADEPT (JOHNSON *et al.*, 1993), ERGO-START (HAMMOUCHE, 1995), ALACIE (GAMBOA; SCAPIN, 1997) e MCI (SOUSA, 1999). Todas essas metodologias são baseadas na tarefa do usuário e, portanto têm seu processo de concepção de interface do usuário iniciado a partir da modelagem da tarefa do usuário de acordo com diferentes formalismos, a saber: ACG, TKS, MAD\*. As informações oriundas do modelo da tarefa e do modelo de domínio são “traduzidas” e dão origem à representação abstrata da interface do usuário (AUI), em termos de especificações: OIA; AIM, ICS, SSI, Redes de Petri Colorida, etc.. Antes de partir para a implementação

da interface final do usuário (FUI), os projetistas, ao utilizarem essas metodologias devem transformar as informações abstratas (AUI) em informações concretas (CUI) e a seguir, representá-las na forma de um protótipo.

A Figura 2 apresenta o relacionamento entre os níveis abstratos definidos por *Camaleon* e os modelos, formalismos e especificações presentes nas metodologias citadas acima: Tarefas&Conceitos são instanciados enquanto modelos da tarefa e do domínio; AUI é instanciado na forma de especificação formal; CUI é instanciado na forma de especificação formal e, também, representado visualmente como um protótipo; FUI é o produto final, ou seja, a codificação da CUI em uma linguagem de programação específica.

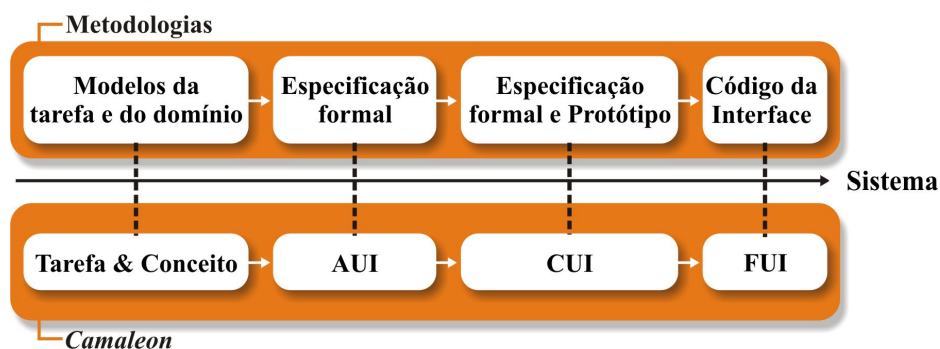


Figura 2 - Níveis abstratos de *Camaleon* e suas instanciações nas metodologias

### 3. Prototipagem de Interface do Usuário

Um estudo realizado por Rosson *et al.* (1987, p. 137) sobre práticas de projeto de interface do usuário na indústria de software mostrou que a maioria das equipes de projeto observada utilizava técnicas de prototipação, em algum momento, durante o desenvolvimento da interface. O trabalho de Da Silva (2000, p. 207) mostra que essas técnicas continuam em uso e fazem parte destacada das práticas e metodologias de concepção de interface.

Segundo Berkun (2000) construir protótipos é uma maneira de explorar idéias de projeto antes de investir tempo e recursos na sua implementação. O uso de protótipos propicia a consolidação do conhecimento no tocante ao domínio do problema em questão, pois quando a equipe de projeto (que pode/deve incluir o usuário) utiliza uma “maquete” do futuro sistema, mesmo que primitiva, para discutir e analisar soluções, o entendimento acerca do produto é firmado a partir dessa experiência vivenciada.

Como definição, protótipo é qualquer representação da idéia de um produto em projeto (BERKUN, 2000). No contexto da Engenharia de Software, protótipos podem ser entendidos como uma representação gráfica, não necessariamente funcional, de um sistema em fase de projeto, seja construção ou re-engenharia (RUDD *et al.*, 1996, v. 3).

Em relação à interface do usuário, a classificação de protótipos pode se dar em termos de fidelidade, ou seja, o grau de similaridade entre o protótipo e a interface do produto final, incluindo características tais como métodos de interação, aparência visual, nível de detalhes, conteúdo, etc.. De acordo com a fidelidade os protótipos são classificados em *baixa-fidelidade*, *média-fidelidade* e *alta-fidelidade* (RETTIG, 1994, v. 37; RUDD *et al.*, 1996, v. 3; HOUDE; HILL, 1997; UCETA *et al.*, 1998, p. 506; LEONE *et al.*, 2000, p. 231; ENGELBERG; SEFFAH, 2002, p. 203; MOFFATT *et al.*, 2003).

Protótipos de *baixa-fidelidade* são representações gráficas rudimentares da interface, em desenvolvimento, construídos com baixo investimento de tempo e recursos e sem requerer grande habilidade técnica (LANDAY; MYERS, 1995, p. 43). Sua construção normalmente se dá através da técnica de desenho a mão livre utilizando ferramentas simples como lápis, papel e material de escritório, embora, atualmente, existam esforços no sentido de se desenvolverem ferramentas computacionais para sua construção, a exemplo de: FreeForms (PLIMMER; APPERLEY, 2004), JavaSketch-It (CAETANO *et al.* 2002) e Sketch-Read (ALVARADO; DAVIS, 2004). O uso de uma

linguagem visual, mesmo que rudimentar, facilita a compreensão de conceitos do contexto de uso e a exploração de várias alternativas de projeto sem se ater a detalhes operacionais e/ou estéticos do sistema.

Os protótipos classificados como de *alta-fidelidade* aproximam-se bastante ao produto idealizado. Esses protótipos são representações executáveis (código), construídos com o uso de uma linguagem de programação (ou ferramentas de apoio) e contêm as principais funcionalidades presentes na interface do futuro sistema. Eles definem, claramente, os aspectos estéticos (padrão, fonte, cor, tamanhos de botões, etc.) e os componentes de navegação. Esse tipo de protótipo esta presente nas diversas metodologias de concepção de interface baseadas em modelos como ultimo artefato a ser construído antes da interface final.

Protótipos de *média-fidelidade* consistem na implementação computadorizada de uma aplicação limitada funcionalmente, contendo, apenas as funções essenciais para avaliar alguns cenários específicos. Ou seja, protótipos de média-fidelidade consistem na utilização de uma técnica de prototipagem de baixa-fidelidade (esboços, *storyboards*, por exemplo) com um suporte computacional de modo a possibilitar a simulação de seu comportamento tal como um protótipo de alta-fidelidade. De forma geral, as características dos protótipos de média-fidelidade consistem na união das características positivas dos protótipos de baixa-fidelidade (fácil e rápido de construir e editar) e dos de alta-fidelidade (simulação, reuso e teste de usabilidade), e na exclusão das inconveniências (desvantagens) inerentes aos dois tipos de protótipos.

O uso isolado de cada protótipo traz melhorias tanto para o processo de concepção de interface, quanto para o produto em si (a interface), como por exemplo:

- (i) o uso de protótipos de baixa-fidelidade, no início do processo de desenvolvimento, melhora a comunicação entre os membros da equipe de projeto devido ao uso de uma linguagem visual simples que não requer conhecimento técnico ou habilidade específica (melhoria no processo). A melhoria na comunicação facilita o entendimento dos requisitos e do domínio do problema por parte da equipe de projeto. O resultado é uma interface que corresponde aos requisitos especificados (melhoria no produto);

- (ii) o uso de protótipos de média-fidelidade, quando usado, em uma fase intermediária do processo de desenvolvimento, antecipa o processo iterativo entre o usuário e a interface, em desenvolvimento, possibilitando a identificação prematura de falhas de usabilidade ou insatisfações por parte do usuário (melhoria no produto). Como resultado, temos um produto final com um número reduzido de falhas sem requerer investimento de tempo e recurso em re-trabalho para a correção das falhas em uma fase posterior do processo de desenvolvimento da interface do usuário (melhoria no produto);
- (iii) o uso de protótipos de alta-fidelidade, quando usado no final do processo de desenvolvimento permite que treinamentos sejam realizados a fim de tornar o produto, que ainda não é o final, familiar aos seus futuros usuários (melhoria no processo). Como resultado, ao disponibilizar o produto final, seus usuários poderão fazer uso efetivo do mesmo, uma vez que a curva de aprendizado já foi anteriormente minimizada (melhoria no produto).

No entanto, embora as melhorias no processo e no produto sejam evidentes com o uso de protótipo no processo de concepção de interfaces do usuário, seu uso isolado não estimula a adoção da abordagem baseada em modelos, visto que:

- (i) como o uso de protótipos de baixa-fidelidade se dá no início do processo, como um mecanismo para melhorar o entendimento sobre os requisitos e o domínio do problema e, portanto, sua representação, ainda, é rudimentar, o que não possibilita a total previsibilidade de como será a interface final;
- (ii) o uso exclusivo de protótipos de média-fidelidade, apesar de melhorar a previsibilidade e possibilitar a avaliação da interface final (aspectos visuais e de navegação), ainda exige a realização de testes com base em modelos declarativos durante as fases iniciais e finais do processo; e, por fim,
- (iii) o uso restrito de protótipos de alta-fidelidade adia consideravelmente a possibilidade de prever a interface final e impõe que avaliações sejam feitas através de modelos declarativos nas fases iniciais e intermediárias do processo.

A ausência de uma evolução entre os tipos de protótipos adotados dificulta a aplicação de técnicas de avaliação da usabilidade, que em algum momento, ainda, necessitará ser feita em cima de modelos declarativos. O uso de protótipos de baixa- e de alta-fidelidade, mesmo que em conjunto, impedem que técnicas de avaliação da interface final sejam eficazes visto que não é possível garantir a existência de uma correlação direta de sua aplicação em protótipos de baixa- e de alta-fidelidade devido a grande distância, no nível de fidelidade, existente entre eles.

#### **4. Abordagem de Desenvolvimento baseada em modelos utilizando múltiplos Protótipos**

Como visto nas seções anteriores, as metodologias de concepção de interface do usuário compatíveis com o *framework* de referência *Camaleon* tardam a utilizar técnicas de prototipagem em seus processos e preconizam, apenas, o uso de protótipos de alta-fidelidade. O uso exclusivo deste tipo de protótipo, assim como dos demais não resolve as dificuldades enfrentadas pelos projetistas na utilização de uma abordagem de desenvolvimento baseada em modelos, no entanto, os autores sugerem neste trabalho que o uso conjunto de protótipos de baixa-, média- e alta-fidelidade em fases diferentes (e adequadas) do processo de desenvolvimento da interface do usuário facilita a aceitação do uso de uma abordagem baseada em modelos por parte dos projetistas de interface, visto que:

- (i) a transição entre diferentes níveis de representação visual durante todas as fases do processo (inicial, intermediária e final) permite que os projetistas tenham um certo grau de previsibilidade da interface final, que será gerada ao final do processo, em suas diferentes fases;
- (ii) o constante uso de representações visuais da interface permite que técnicas de avaliação de interface sejam empregadas em todas as fases do processo, minimizando (ou até mesmo evitando) a necessidade de se realizarem avaliações de interface de modelos declarativos.

Assim, com o objetivo de incentivar/facilitar o uso de uma abordagem baseada em modelos para o processo de desenvolvimento de interface do usuário, os autores propõem, neste trabalho, o uso de múltipla prototipagem nos processos definidos em *Camaleon*, através da definição e utilização de protótipos de baixa-, média- e alta-fidelidade.

O uso de protótipos de baixa-fidelidade será utilizado na fase inicial do processo, antes mesmo

que seja empenhado qualquer esforço no nível de Tarefas&Conceitos, para auxiliar os projetistas no entendimento do domínio do problema e no levantamento dos requisitos junto ao usuário/cliente.

Em seguida, a descrição da AUI deve ser derivada do nível precedente, Tarefa&Conceito. O nível AUI contém informações sobre os espaços de interação (*Abstract Containers*, ou ACs), sobre os objetos de interação contidos nestes espaços (*Abstract Individual Component*, ou AICs) e sobre o relacionamento entre eles (transição de diálogo/navegação e relacionamento espaço-temporal) (COYETTE *et. al.*, 2006). Essas informações são suficientes para produção de uma representação na forma de um protótipo de média-fidelidade da interface do usuário, que considera aspectos visuais e de navegação. Esse tipo de protótipo agrega todas as informações previstas no protótipo de baixa-fidelidade, mas é gerado a partir da especificação do modelo da tarefa. Desta maneira, é um protótipo que incorpora as funcionalidades capturadas na etapa anterior, podendo ser editado e simulado, porém, não possui aspectos estéticos nem é dependente de nenhuma plataforma específica.

Para o nível CUI, o uso de protótipos de alta-fidelidade é adequado, pois em momentos avançados do processo de desenvolvimento é importante considerarem as representações visuais mais refinadas, que contemplem aspectos estéticos, tais como: fonte, cor, tamanho dos elementos, e etc.. A partir do protótipo de alta-fidelidade, treinamentos podem ser realizados, assim como testes de usabilidade mais completos e abrangentes.

Dessa forma, as metodologias compatíveis com *Camaleon*, além de serem baseadas em modelos, passam a contemplar um processo evolutivo do uso de protótipos de interface do usuário. A exemplo da instanciação de *Camaleon* como uma abordagem baseada em modelos, que faz uso de múltiplos protótipos (diferentes níveis de fidelidade), a Seção 5 descreve MEDITE, uma metodologia de concepção de interface do usuário que apresenta as características citadas.

## 5. Medite

MEDITE (RODRIGUES *et. al.*, 2005) é uma metodologia baseada na tarefa do usuário, orientada a modelos, iterativa e incremental para auxiliar projetistas no processo de concepção de interfaces do usuário. O processo de desenvolvimento definido por MEDITE inclui a geração de protótipos de média- e de alta-fidelidade para representação visual da AUI e CUI, respectivamente, conforme *Camaleon*, e sugere o uso de protótipos de baixa-

fidelidade como ferramenta de apoio para o levantamento de requisitos. Seu fluxo pode ser observado na Figura 3, em que as circunferências descrevem os processos utilizados e os retângulos, os artefatos gerados. A metodologia MEDITE define quatro fases.

A *fase 1* (Tarefa&Conceito - nível 1 em *Camaleon*) define o processo de *análise e modelagem da tarefa do usuário* e para tanto utiliza o formalismo TAOS (*Task and Action Oriented System*) (MEDEIROS *et. al.*, 2000). Esta fase, pode/deve ser precedida por reuniões entre os projetistas e os clientes/usuário apoiadas pelo uso de protótipos de baixa-fidelidade como mecanismo auxiliar no levantamento de requisitos. A fase 1 tem o suporte computacional da ferramenta iTAOS (*interface TAOS*) (MEDEIROS *et. al.*, 2002) que permite representar a tarefa do usuário a partir de uma árvore hierárquica de Tarefas, Sub-tarefas e Ações. A saída de iTAOS é um arquivo XML com a descrição da tarefa do usuário segundo o formalismo TAOS.

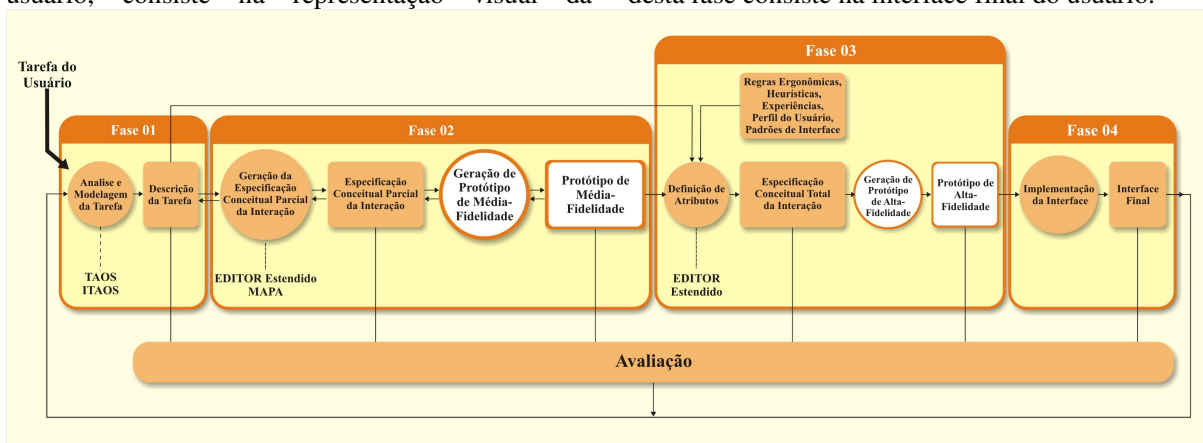
A *fase 2* (AUI - nível 2 em *Camaleon*) define dois processos, a saber: processo de *geração da especificação conceitual parcial da interação (modelo da interação)*, em que os elementos do modelo de tarefa são mapeados em elementos do modelo da interação (SUÁREZ *et al.*, 2004). Esta fase possui como suporte computacional algoritmos de mapeamento, MAPA (*MAPPING Algorithms*) (RODRIGUES *et al.*, 2005) responsáveis por correlacionarem os elementos do modelo da tarefa (Tarefas, Sub-tarefas e Ações) com os elementos do modelo da interação (Espaços, Visões e Objetos de Interação). A saída de MAPA é um segundo arquivo XML contendo uma descrição parcial da interação, segundo o modelo EDITOR estendido (RODRIGUES *et al.*, 2005). Essa descrição contém, além dos elementos de apresentação (Objetos de Interação, Visões e Espaços), a navegação (diálogo/interação) entre os elementos de apresentação (*Statecharts*), também extraídos da descrição da tarefa. O segundo processo, de *geração do protótipo de média-fidelidade da interface do usuário*, consiste na representação visual da especificação conceitual parcial da interação (AUI em *Camaleon*). Esse processo está associado ao suporte computacional de SMILE (*Sketch Manipulation Integrated with Less Effort*), uma ferramenta de geração automática, edição e simulação de protótipos de média-fidelidade. A saída desse processo é o protótipo de média-fidelidade da interface do usuário.

A *fase 3* (CUI - nível 3 em *Camaleon*) também é composta por dois processos, a saber: processo de *geração da especificação conceitual total da interação (modelo da interação)* e o processo de

geração do protótipo de alta-fidelidade da interface do usuário. O processo de geração da especificação conceitual total da interação consiste no refinamento da especificação conceitual parcial da interação, a partir da adição de atributos que detêm informações extraídas de: regras ergonômicas, heurísticas de projeto, experiência dos projetistas, perfil do usuário e padrões de interface, entre outros. Esse processo em MEDITE é realizado, atualmente, com o auxílio de uma base de regras ergonômicas definidas por (GUERRERO; LULA JR., 2002). No entanto, sem suporte computacional, a saída desse processo é o arquivo XML da fase anterior modificado por instanciação e adições de atributos, que completam a descrição conceitual da interação. O segundo processo, de geração do protótipo da interface do usuário, consiste na representação visual da

especificação conceitual total da interação (CUI em *Camaleon*). Esse processo está associado à Hi-Fy, uma ferramenta de construção automática, edição e simulação de protótipos de alta-fidelidade. A ferramenta Hi-Fy encontra-se em fase de desenvolvimento. A saída desse processo é o protótipo de alta-fidelidade da interface do usuário.

A fase 4 de MEDITE (FUI – nível 4 em *Camaleon*) consiste na implementação real da interface do usuário do sistema em desenvolvimento e tem como ponto de partida o protótipo de alta-fidelidade da interface do usuário definido na fase anterior. Esta fase será assistida por algoritmos de geração de código de interface que levará em consideração tudo que foi definido na fase de edição simulação do protótipo de alta-fidelidade. A saída desta fase consiste na interface final do usuário.



**Figura 3 - Fluxo de MEDITE**

Como foi mencionado, MEDITE pressupõe a utilização de quatro ferramentas de suporte computacional aos seus processos, quais sejam: (i) *iTAOS* para modelagem da tarefa; (ii) *MAPA* para geração da especificação conceitual parcial da interação (modelo da interação); (iii) *SMILE* para geração automática, edição e simulação de protótipos de média-fidelidade; e, por fim, (iv) *Hi-Fy* para geração automática, edição e simulação de protótipos de alta-fidelidade. Essas ferramentas devem funcionar integradas em um ambiente denominado *FastInterface*.

## 6. FastInterface

*FastInterface* é um ambiente de desenvolvimento de interface do usuário baseada em modelos e utilizando múltipla prototipagem, que está sendo desenvolvida a partir dos seguintes requisitos básicos:

- (i) dar suporte ao desenvolvimento de um protótipo de baixa-fidelidade como passo inicial de levantamento de requisitos e entendimento do domínio

- (ii) dar suporte à análise e modelagem da tarefa, através da incorporação e disponibilização da ferramenta, *iTAOS*;
- (iii) implementar através da incorporação da ferramenta *MAPA* os mapeamentos entre os elementos do modelo da tarefa e os elementos do modelo da interação;
- (iv) permitir a edição e simulação do modelo da interação a partir da edição e simulação de protótipos de média-fidelidade, através da incorporação da ferramenta *SMILE*;
- (v) dar suporte à geração e edição de protótipos de alta-fidelidade da interface, através da incorporação da ferramenta *Hi-Fy*;
- (vi) dar suporte à geração do código da interface final; e, por fim,
- (vii) oferecer manutenção de consistência entre os modelos envolvidos na concepção da interface do usuário em tempo real de projeto.

Assim, o uso do ambiente *FastInterface* deverá favorecer a adoção da abordagem de desenvolvimento baseada em modelos, em especial, o uso efetivo de MEDITE, pois os projetistas passarão a ter todo o processo de concepção da interface do usuário suportado por um único ambiente que abrange todas as ferramentas de suporte às fases existentes em MEDITE, e usufruindo das vantagens do uso evolutivo de múltiplos protótipos. A seguir, cada módulo de *FastInterface* será descrito com maior clareza de detalhes.

## 6.1 iTAOS

A ferramenta iTAOS (*interface TAOS*) permite a descrição dos objetivos dos usuários e dos meios utilizados no processo de realização de uma

determinada tarefa, segundo o formalismo TAOS. A tarefa deve ser descrita em termos de objetivos, procedimentos, objetos, decomposição em sub-tarefas, restrições, etc. iTAOS propõe um modelo de representação hierárquico de tarefas e sub-tarefas que considera tanto o comportamento estático, quanto o comportamento dinâmico de um dado domínio, através de dois tipos de entidades ou conceitos: os conceitos estáticos (objetos, métodos e situações) e os conceitos dinâmicos (processos, ações e planos). Os conceitos estáticos representam entidades, que não mudam de estado durante um intervalo de tempo considerável, ao contrário dos conceitos dinâmicos, que podem sofrer mudanças em um determinado intervalo de tempo. A Figura 4, apresenta uma tela da ferramenta iTAOS durante a modelagem da tarefa para o sistema *Click Imóveis*, descrito adiante.

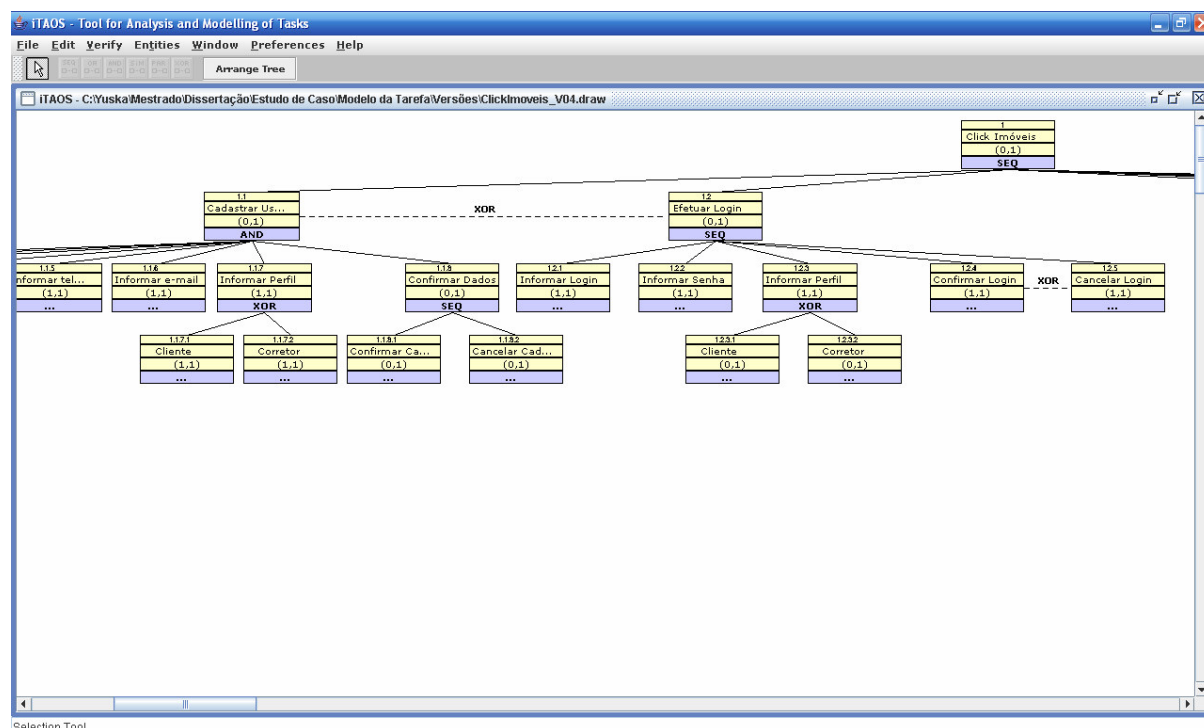


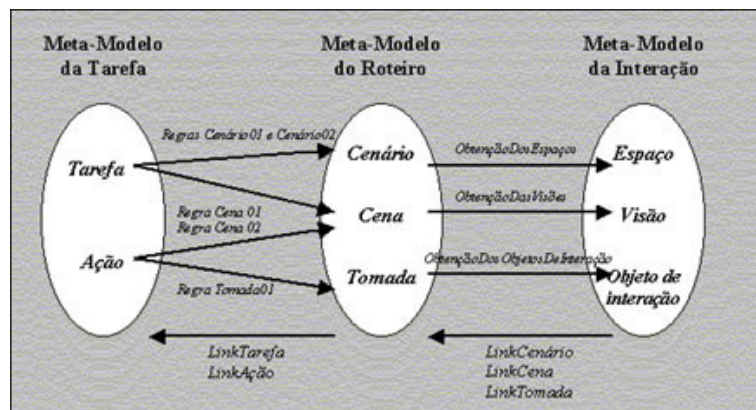
Figura 4 – Tela da ferramenta iTAOS

## 6.2 Mapa

*MAPping Algorithm* (MAPA) é uma ferramenta que mapeia os elementos presentes no modelo da tarefa em elementos do modelo da interação (especificação conceitual parcial da interação), passando pelo modelo de roteiro, segundo o Modelo Editor Estendido que contempla aspectos de apresentação e de navegação/diálogo. MAPA dispõe de um mecanismo de rastreabilidade entre os modelos da

tarefa e da interação que permite que mudanças realizadas no modelo da interação sejam automaticamente refletidas no modelo da tarefa e vice-versa, mantendo os modelos sempre coerentes. Para que a manutenção da coerência seja possível, um conjunto de regras descritas por (RODRIGUES *et. al.* 2005) devem ser aplicadas aos modelos. A Figura 5 ilustra o mecanismo para a manutenção da coerência entre os elementos dos modelos envolvidos.





**Figura 5 – Rastreabilidade entre os elementos do modelo da tarefa e do modelo de interação**

MAPA recebe como entrada o arquivo XML com a descrição do modelo da tarefa obtido com o uso de iTAOS; e fornece como saída um outro arquivo XML com a descrição da especificação conceitual parcial da interação (modelo da interação). A descrição do modelo da interação fornecida por MAPA faz referência a Objetos de Interação (OIs), Visões e Espaços, em que: Objetos de Interação são quaisquer elementos que possibilitam uma interação direta do usuário com o sistema; Visões consistem em superfícies de restituição nas quais Objetos de Interação são agrupados de acordo com um contexto específico; e Espaços constituem a maior área a ser visualizada pelo usuário e são compostos por uma ou várias Visões.

### 6.3 Smile

SMILE (*Sketch Manipulation Integrated with Less Effort*) é uma ferramenta computacional para o uso de protótipos de média-fidelidade como representação visual da AUI (em *Camaleon*) considerando o modelo da interação de acordo com MEDITE. Por se tratar de uma ferramenta de geração e uso de protótipos de média-fidelidade, SMILE fundamenta-se em algumas características essenciais para ferramentas desta natureza, a saber: (i) rapidez e facilidade de construir e modificar o protótipo com baixo investimento de tempo e recurso; (ii) ausência da necessidade de habilidade

técnica específica por parte dos projetistas; (iii) possibilidade de explorar diferentes alternativas de projeto; (iv) melhoria na comunicação da equipe de projeto; (v) interação direta entre o usuário e o sistema; (vi) manutenção do histórico do projeto; (vii) reuso de partes do projeto; e, por fim, (viii) possibilidade de realização de testes de usabilidade e de treinamento.

SMILE recebe como entrada o arquivo XML com a descrição do modelo da interação gerado por MAPA e o apresenta visualmente sob os modos de *Árvore de Esboços* e *Esboço* corrente. Para o modo *Árvore de Espaços* disponibiliza funções associadas à manipulação inter-espacos, enquanto para o modo *Espaço*, a manipulação é intra-espaco, ou seja, se dá no nível das Visões e Objetos de Interação que compõe o Espaço visualizado.

As principais funções de SMILE são: (i) Inserir OIs, Visões e Espaços; (ii) Excluir OIs, Visões e Espaços; (iii) Mudar tipo de OIs; (iv) Editar Esboço; (v) Exportar Visualização; (vi) Navegar; e (vii) Simular. SMILE disponibiliza, ainda, uma função automática para a manutenção do histórico do *design* que realiza salvamento do estado atual do esboço enquanto o usuário o manipula através da geração de arquivos de *backup*. A Figura 6 apresenta uma tela de SMILE durante a edição do protótipo de média-fidelidade da interface do usuário para o sistema *Click Imóveis*, descrito mais adiante.

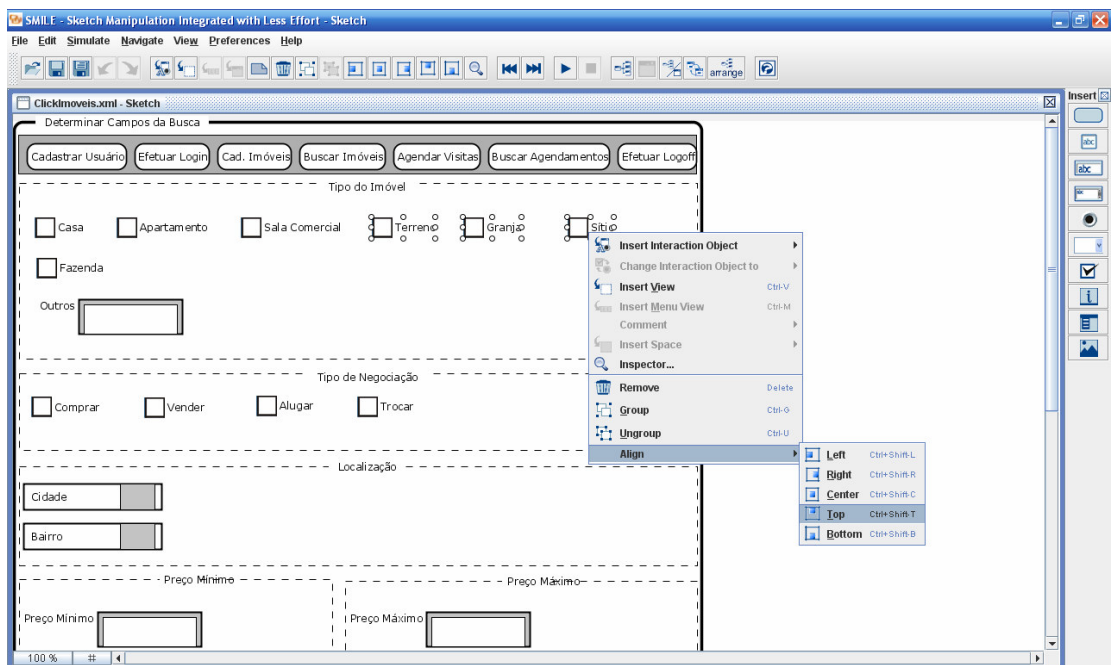


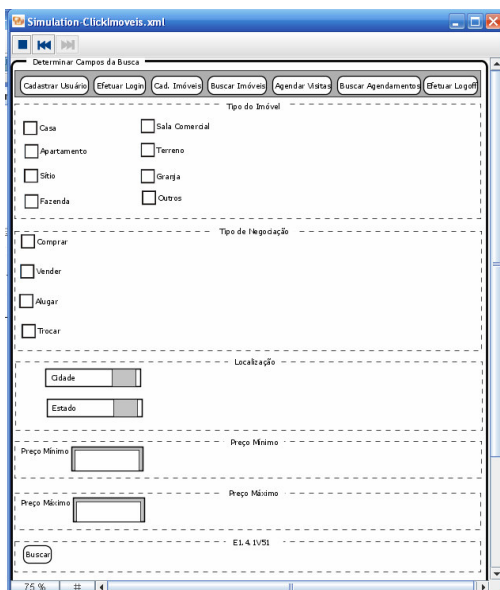
Figura 6 – Tela da ferramenta SMILE

#### 6.4 Hi-Fy

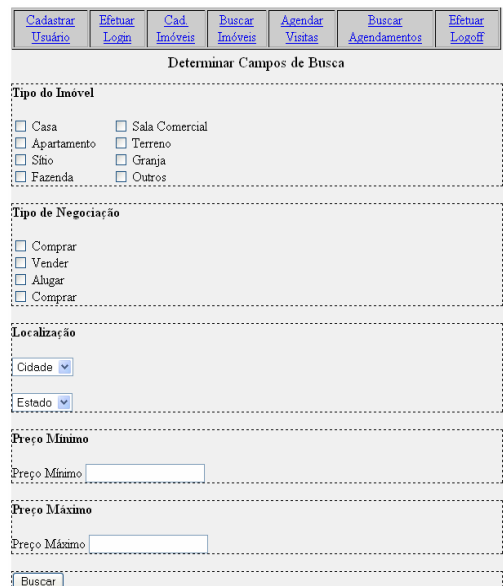
Hi-fy é uma ferramenta computacional para o uso de representação visual da CUI (em *Camaleon*) como um protótipo de alta-fidelidade a partir da descrição da interação fornecida por SMILE. Hi-fy recebe como entrada o arquivo XML, que representa o protótipo de média-fidelidade gerado e manipulado em SMILE, e mapeia seus elementos em elementos gráficos específicos de uma determinada plataforma

obtendo um protótipo de alta-fidelidade. Hi-fy aplica um estilo padrão a este protótipo, apresenta-o visualmente e, em seguida, possibilita sua transformação em código da interface final. O protótipo de alta-fidelidade pode ser editado de modo a deixar suas representações mais próximas ao que o usuário almeja.

A Figura 7 apresenta o protótipo de média-fidelidade gerado por SMILE (a) e o protótipo de alta-fidelidade produzido por Hi-Fy (b).



(a) – Protótipo de média fidelidade



(b) – Protótipo de alta fidelidade

Figura 7 - Tela representação do protótipo de alta fidelidade levando em consideração informações provenientes do protótipo de média fidelidade

## 7. Estudo Experimental do Uso de Protótipo de Média-Fidelidade Em Medite

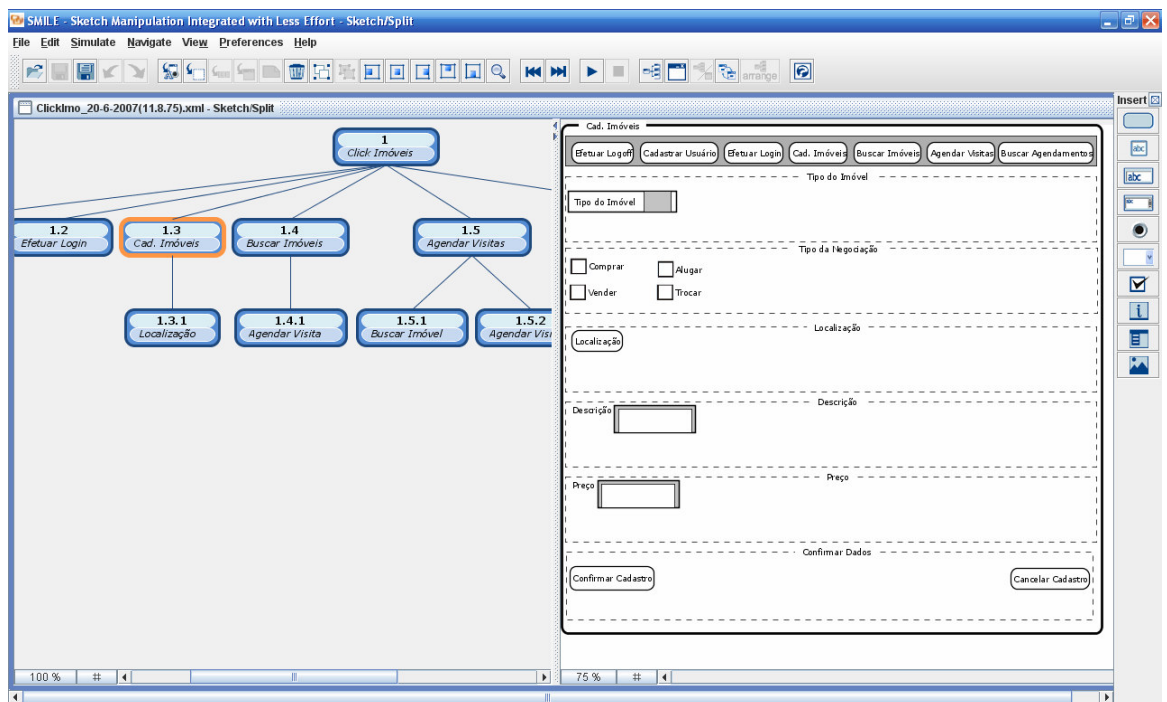
A validação da abordagem de desenvolvimento de interface do usuário baseada em modelos e utilizando múltiplos protótipos dentro do ambiente FastInterface esta sendo realizada gradativamente a medida que as ferramentas ora descritas estão sendo integradas.

A princípio, foi realizado um estudo de caso com o objetivo de investigar a eficiência de SMILE enquanto ferramenta de suporte ao uso de protótipos de média-fidelidade em MEDITE. Para tal, se fez necessário, inicialmente, identificar os requisitos funcionais para um software (hipotético) cujo protótipo de média-fidelidade deveria ser construído. O sistema adotado para isso foi uma aplicação de gerenciamento dos negócios realizados por uma imobiliária, sistema *Click Imóveis*, cujas funções são: Efetuar *Login/Logout* no Sistema, Cadastrar de Usuário, Cadastrar de Imóveis, Buscar por Imóveis, Agendar uma Visita a um Imóvel, Buscar por Agendamentos, Modificar *Status* do Agendamento de Visita a um Imóvel.

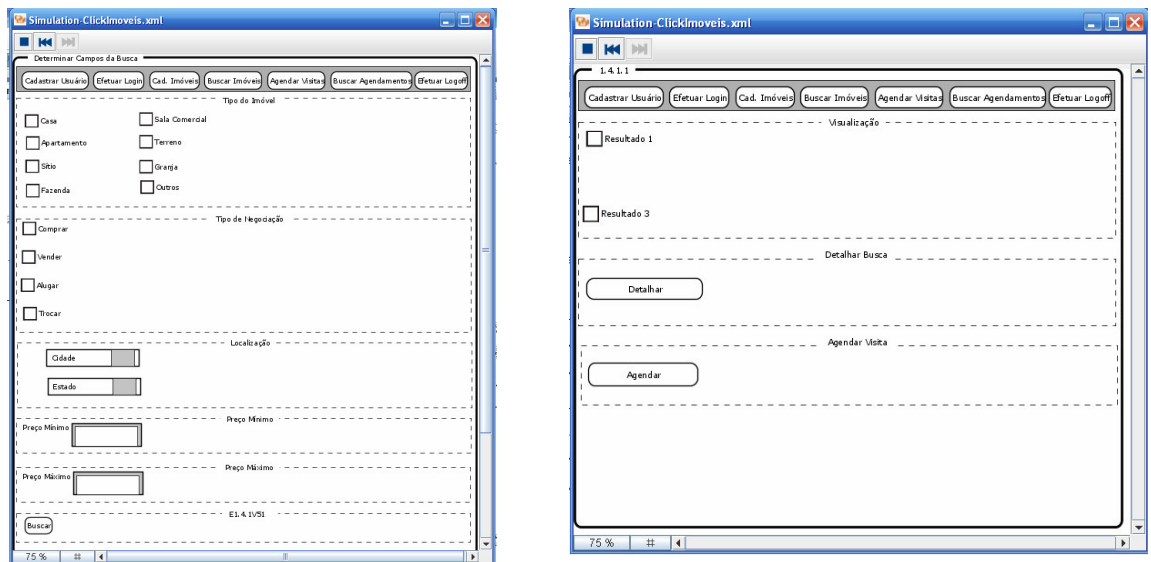
De posse dos requisitos funcionais do sistema, oito projetistas de interfaces seguiram, individualmente, a metodologia MEDITE, com o apoio de suas ferramentas. A princípio, as idéias foram exploradas a partir de conversas com o cliente, ilustradas através do uso de protótipos de baixa-fidelidade. Em seguida, deu-se início ao processo de análise e modelagem da tarefa do usuário, que resultou no arquivo XML com a descrição do modelo da tarefa, representado gráfica

e hierarquicamente por iTAOS (Figura 4). O terceiro passo consistiu no uso do arquivo de saída da ferramenta iTAOS como entrada para a ferramenta MAPA, o que resultou no arquivo XML, contendo a descrição da interação. A partir de então, os projetistas recrutados utilizaram a ferramenta SMILE para visualizar as informações presentes no modelo da interação na forma de protótipo de média-fidelidade. Nesse momento, os projetistas puderam avaliar o protótipo sob os aspectos de apresentação (visuais) e de navegação (este último a partir da simulação) e ajustar a representação inicialmente fornecida por SMILE através das funções de edição (reposicionar elementos, modificar o tipo dos objetos de interação, inserir/remover elementos, etc.). Com a finalização da edição do protótipo de média-fidelidade, os projetistas estavam prontos para iniciar as tarefas de geração do protótipo de alta-fidelidade e em seguida a implementação da interface final do sistema *Click Imóveis*. Porém, essas duas últimas etapas não foram realizadas de acordo com o objetivo do estudo de caso.

As Figura 8 e Figura 9 apresentam telas de SMILE durante a edição do protótipo de média-fidelidade. A Figura 9 apresenta duas telas de SMILE durante a simulação do comportamento do *Click Imóveis*: estando na tela *Determinar Campos de Busca* (a), ao clicar no botão *Buscar* o projetista é levado para a tela (b) que exhibe os *Resultados da Busca*, com a qual é possível selecionar um conjunto de resultados e acionar as funções de *Detalhar* ou *Agendar Visita*.



**Figura 8 - Tela de SMILE durante a edição do protótipo de média-fidelidade da interface do sistema Click Imóveis**



**(a) – Determinar campos de busca**

**(b) – Resultado da busca**

**Figura 9 - Telas da simulação do comportamento do protótipo Click Imóveis**

Após finalizar a edição do protótipo de média-fidelidade, os projetistas responderam a um questionário cujo objetivo era sondar a satisfação dos mesmos com relação ao uso da ferramenta e com os resultados obtidos.

Dos oito projetistas recrutados cinco (5/8) eram do sexo feminino e as faixas etárias foram de 18 e 23 anos (3/8) e entre 23 e 28 (5/8). Com relação ao grau de instrução, metade (4/8) dos usuários recrutados

eram alunos de mestrado, três (3/8) alunos de graduação e um (1) graduado dos cursos de Ciência da Computação e de Desenho Industrial. A experiência prévia dos projetistas com relação à prática de análise e modelagem da tarefa (8/8), ao uso de metodologias de concepção de interfaces do usuário baseadas em modelos (7/8) e ao uso de protótipos de interface do usuário (5/8), pôde ser

considerada homogênea entre os participantes do estudo de caso.

As questões presentes no questionário aplicado estavam associadas às funcionalidades, à usabilidade, à satisfação de uso de SMILE e, por fim, às conseqüências de seu uso no contexto específico, MEDITE.

No tocante às funcionalidades (edição e simulação), a avaliação do uso de SMILE para construção, edição e simulação do protótipo de média-fidelidade, para o sistema *Click Imóveis*, foi de veras positiva, visto que sete (7/8) projetistas classificaram o item como fácil e um (1/8) usuário o classificou como muito fácil.

Considerando a usabilidade de SMILE foram considerados aspectos relacionados ao tempo de aprendizado, à facilidade de navegação por entre menus, janelas de diálogo e barra de ícones, à estrutura definida para os menus e barras de tarefas, e, por fim, à satisfação com a execução direta e exata das tarefas de interesse. Com relação ao investimento demasiado de tempo para aprender a utilizar a ferramenta, sete (7/8) projetistas discordaram (parcial em totalmente) da afirmativa. No tocante à execução direta da tarefa de interesse ao utilizar SMILE, seis (6/8) projetistas demonstraram satisfação ao conseguirem executar as tarefas de modo direto.

Analisando os aspectos relacionados à satisfação de uso, sete (7/8) projetistas sentiram-se no controle das ações ao utilizarem SMILE; seis (6/8) concordaram que suas necessidades foram plenamente atendidas; oito (8/8) concordaram (parcial e totalmente) que, de um modo geral, sentiram-se satisfeitos em utilizar SMILE, e sete (7/8) usuários revelaram interesse (parcial ou total) em usar no futuro a ferramenta.

Considerando as conseqüências de uso da ferramenta em seu contexto de uso – processo de desenvolvimento de interfaces do usuário baseado em modelos de múltiplos níveis de fidelidade de protótipo (MEDITE) foi possível perceber que:

- (i) seis (6/8) projetistas concordaram totalmente e dois (2/8) concordaram com a viabilidade de utilizar o modelo da tarefa como base para o processo de construção do protótipo de média-fidelidade;
- (ii) metade (4/8) dos projetistas concordou que as informações presentes no modelo da tarefa são suficientes para construir o protótipo de média-fidelidade da interface do usuário; um (1/8) discordou e três (3/16) mantiveram-se imparciais;

- (iii) seis (6/8) projetistas demonstraram acreditar que um potencial usuário do sistema *Click Imóveis* seria capaz de interagir com SMILE sem problemas, um (1/8) projetista discordou da afirmativa e outro (1/8) não opinou.

Ainda sob esse ponto de vista, os usuários foram questionados sobre a viabilidade de potenciais usuários do sistema *Click Imóveis* contribuírem com sugestões de melhoria para o protótipo da interface obtido ao final da sessão do estudo de caso. Todos os projetistas (8/8) concordaram (seis destes totalmente) com a possibilidade de obterem-se contribuições de potenciais usuários do sistema cuja interface está sob desenvolvimento. No tocante à satisfação com o protótipo de média-fidelidade obtido ao final da sessão de avaliação, todos os projetistas (8/8) sentiram-se satisfeitos.

Diante do exposto, é possível perceber que os projetistas se sentiram satisfeitos ao fazerem uso de protótipos de média-fidelidade dentro do processo de desenvolvimento de interfaces do usuário considerando uma abordagem baseada em modelos. O uso do modelo da tarefa como base para a geração automática do protótipo de média-fidelidade foi avaliada positivamente pelos projetistas.

## 8. Conclusões

Um bom projeto de interface é essencial para garantir a aceitação do software que está sendo desenvolvido, sendo esta uma tarefa complexa de ser desempenhada. Para superar essa complexidade, foram introduzidos níveis diferentes de abstração em projetos baseados em modelos, cuja realização mais conhecida é *Camaleon*. Neste artigo, foi proposta uma abordagem de desenvolvimento de interface, baseada em modelos, associada à utilização de múltiplos protótipos dentro de um processo evolutivo com diferentes níveis de abstração. Um ambiente, denominado *FastInterface*, que dá suporte computacional e agiliza a construção de interfaces com o auxílio da abordagem proposta está sendo construído. O ambiente vai congrega diferentes ferramentas de modo a oferecer uma construção evolutiva dos diferentes tipos de protótipos considerados na literatura. Com o intuito de validar a abordagem proposta, foi realizado um estudo experimental sobre o uso de um protótipo de média-fidelidade no nível AUI, sendo constatado que os projetistas se sentiram satisfeitos ao fazerem uso desse tipo de protótipo. O resultado deste estudo parece ser um forte indício de que o uso de protótipos de diferentes níveis de fidelidade, ao longo da evolução no processo de desenvolvimento

da interface pode minimizar consideravelmente a resistência dos projetistas na adoção de abordagens baseadas em modelos, principalmente quando as metodologias utilizadas são apoiadas por ferramentas computacionais adequadas.

A proposta de abordagem aqui descrita está na confluência dos trabalhos apresentados por Montero e López-Jaquero (2006) sobre o ambiente IDEALXML e por Coyette *et. al.* (2007) sobre multi-fidelidade.

## 9. Referências

ALVARADO, C. and DAVIS, R.: SketchREAD: a multi-domain sketch recognition engine. In: **Proceedings of the 2004 ACM Symposium on User Interface Software and Technology 2004**. pp. 23-32.

BERKUN, S. The Art of UI Prototyping. Novembro de 2000. Disponível em: <http://www.scottberkun.com/essays/essay12.htm>. Acesso em: Janeiro de 2006.

BODART, F.; HENNENBERT, A-M., *et al.*. A model-based approach to presentation: a continuum from task analysis to prototype. **Proceedings of the Eurographics Workshop on Design, Specification and Verification of Interactive Systems**, Bocca di Magra: Eurographics Series, 1994.

CAETANO, A., GOULART, N., FONSECA, M., JORGE, J.: *JavaSketchIt: Issues in Sketching the Look of User Interfaces*. In: **Proc. of the 2002 AAAI Spring Symposium - Sketch Understanding** (Palo Alto, March 2002). AAAI Press, Menlo Park (2002) 9–14.

CALVARY, G.; COUTAZ, J.; THEVENIN, *et al.*. A Unifying Reference Framework for Multi-Target User Interfaces. In **Interacting with Computer**, p. 289–308, 2003.

COYETTE, A.; KIEFFER, S.; VANDERDONCKT, J. Multi-fidelity Prototyping of User Interfaces, in Proc. of 11th IFIP TC 13 Int. Conf. on Human-Computer Interaction **INTERACT'2007** (Rio de Janeiro, 10-14 September 2007), Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4662, Springer-Verlag, 2007, pp. 149-162.

COYETTE, A.; VANDERDONCKT, J.; e LIMBOURG, Q. SketchiXML: An Informal Design Tool for User Interface Early Prototyping. In **Proc. of RISE'2006 Workshop on Rapid User Interface**

**Prototyping Infrastructures Applied to Control Systems RUIPICAS'2006**, Geneva, 2006.

DA SILVA, P. User Interface Declarative Models and Development Environments: A Survey. In **Interactive Systems: Design, Specification, and Verification**, Ireland, 207-226, 2000.

ENGELBERG, D.; A. SEFFAH. A Framework for Rapid Mid-Fidelity Prototyping of Web Sites. In: **IFIP 17th Computer Congress: Usability**. Gaining a Competitive Edge Montréal, Québec, Canadá, p. 203–215, 2002.

GAMBOA, F.; SCAPIN D.L. Editing MAD\* task description for specifying user interfaces, at both semantic and presentation levels. **Eurographics Workshop on Design, Specification and Verification of Interactive Systems (DSV-IS'97)**, Granada, Spain, 1997.

Griffiths, T; McKirdy, J; Paton, N. W. ; Gray, P. D.; Kennedy, J.; Cooper, R.; Goble, C. A.; West, A. and Smyth, M.. Teallach: A model-based user interface development environment for object databases. P. 31-68. **Interacting with Computers** 14, 1, 2001.

HAMMOUCHE, H. De la modélisation des tâches utilisateurs au prototype de l'interface homme-machine. **Thèse de Docteur, Université Paris VI**, Décembre, 1995.

HOUDE, S.; HILL, C. What do Prototypes Prototype?. **Handbook of Human-Computer Interaction**, 2ª Ed., Amsterdam, 1997.

JOHNSON, P.; WILSON, S.; MARKOPOULOS, P.; PYCOCK, J. ADEPT – Advanced Design Environment for Prototyping with Task Models. **INTERCHI'93 Conference Proceedings**, Amsterdam: ACM, 1993.

LANDAY, J. A.; MYERS, B. A. Interactive Sketching for the Early Stages of User Interface Design. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, p.43-50, 1995.

LANDAY, J. A. Interactive Sketching for the Early Stages of User Interface Design. December, 1996.

LEONE, P.; GILLIHAN, D.; RAUCH, T. Web-based prototyping for user sessions: Medium-fidelity prototyping. **Proceedings of Society for Technical**

- Communications 44th Annual Conference**, p. 231-234, 2000.
- LIMBOURG, Q.; VANDERDONCKT, J. Addressing the Mapping Problem in User Interface Design with UsiXML. In **TAMODIA 2004**, p. 155-163, 2004.
- MEDEIROS, H.; KAFURE, I.; LULA JR, B. TAOS: a task-and-action oriented framework for user's task analysis in the context of human-computer interfaces design. In: **XX International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC'2000)**, Santiago de Chile, Chile, 2000.
- MOFFATT, K.; FINDLATER, L.; DAVIES, R.; MCGRENERE, J. Participatory Design with Aphasic Individuals. **Extended Abstracts of Graphics Interface 2003**. Disponível em: <http://www.cs.princeton.edu/aphasia/publications/GI2003-Poster.pdf>. Acesso em: Maio de 2007.
- MONTERO, E.; LÓPEZ-JAQUERO, V., IdealXML: An Interaction Design Tool-A Task-Based Approach to User Interfaces Design, Proc. of 6th Int. Conf. on Computer-Aided Design of User Interfaces CADUI'2006 (Bucharest, 6-8 June 2006), Chapter 20, Springer-Verlag, Berlin, 2006, pp. 245-252.
- MYERS, B.; HUDSON, S. E. and PAUSCH, R. Past, present, and future of user interface software tools. **ACM Transaction. Comput.-Hum. Interact.** 7, 1 (Mar. 2000), 3-28, 2000.
- NIELSEN, J. Usability Engineering. Academic Press, Londres, 1993.
- PLIMMER, B.E., APPERLEY, M.: *Interacting with Sketched Interface Designs: An Evaluation Study*. In: **Proc. of ACM Conf. on Human Aspects in Computing Systems CHI'04** (Vienna, April 24-29, 2004). ACM Press, New York (2004) 1337-1340.
- RETTIG, M. Prototyping for Tiny Fingers. **Communications of the ACM**, Vol. 37, N° 4, 1994.
- RODRIGUES, C. E. C. L. Medite+: utilizando o processo de roteirização para a obtenção do modelo de interação Editor-estendido. **Dissertação (Mestrado em Informática) – Ciência da Computação, Universidade Federal de Campina Grande**, Campina Grande PB, Junho de 2005.
- RODRIGUES, C. E. C. L, Lula, B, Suárez, P. R., Using a script model to preserve the consistency within an UI design environment. **Proceedings of the 4th international workshop on Task models and diagrams**, 2005
- ROSSON, M.B.; MAASS, S.; KELLOG, W.A. Designing for designers: an analysis of design practice in the real world. **Proceedings of the SIGCHI/GI 1987**, ACM Press, p. 137 – 142, 1986.
- RUDD, J.; STERN, K.; ISENSEE, S. Low vs. High-fidelity Prototyping Debate. **Interactions**, Vol.3, N° 1, Janeiro de 1996.
- SOUSA, M. R. F. de. Avaliação Iterativa da Especificação de Interfaces com Ênfase na Navegação. **Tese de Doutorado, Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - COPELE, UFPB, Campina Grande**, dezembro de 1999.
- UCETA F.A.; DIXON M.A.; RESNICK M.L. Adding interactivity to paper prototypes. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Conference, Human Factors and Ergonomics Society**, 1998, p. 506-510.

### Responsabilidade de autoria

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição e/ou do Conselho Editorial.