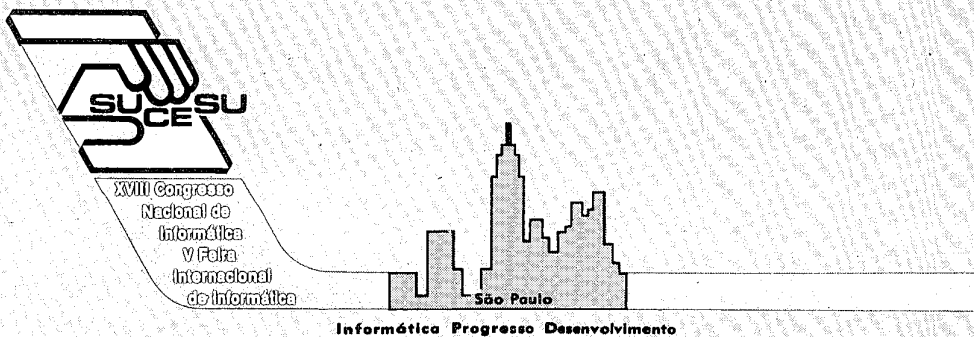


**INFORMÁTICA**  
**ANAIIS DO**  
**XVIII**  
**CONGRESSO**  
**NACIONAL**  
**DE**  
**INFORMÁTICA**

**São Paulo**  
**Setembro 85**  
**Volume I**



004.06  
C749a  
V.1

**XVIII  
CONGRESSO NACIONAL  
DE  
INFORMÁTICA**

**ANAIS**

# UMA FERRAMENTA PARA ESPECIFICAÇÃO DE SISTEMAS INTERATIVOS

**AUTORES:** RUBENS NASCIMENTO MELO  
SIDNEY DIAS DA SILVA

**Endereços para contato:** Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Departamento de Informática  
R. Marquês de São Vicente, 225 — Gávea  
Rio de Janeiro — RJ — CEP 22435  
Tel.: 274-9922-R. 385

União Brasiliense de Educação e Cultura  
Faculdade Católica de Tecnologia  
SQS 102 — A — 102  
BRASÍLIA — DF — CEP 70330  
Tel.: 225-4743



**PALAVRAS-CHAVE:** Especificação de Sistemas, Sistemas Interativos, Diálogo Homem-Máquina, Interface do Usuário.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas interativos baseados em computador vêm sendo usados em uma crescente variedade de aplicações. A implicação do uso disseminado desses sistemas é que uma enorme quantidade de "software" deverá ser produzida; tal "software", mais do que qualquer outro anterior, deverá atingir elevados padrões de confiabilidade e utilizabilidade, devendo ser resistente a possíveis erros dos usuários, desenvolvido de acordo com especificações bem definidas, e fácil de usar por um conjunto variado de usuários sem conhecimento de Ciência da Computação.

O aspecto que ganha relevância, assim, passa a ser o da interface homem-máquina: através deste componente visível dos sistemas interativos é que os usuários percebem a "personalidade" das aplicações, considerando-as mais ou menos amistosas.

Muito esforço tem sido dispendido, recentemente, na pesquisa de técnicas que auxiliem efetivamente a melhorar o nível do diálogo do usuário. Os conceitos de Engenharia de Software do Usuário (21), e de Sistemas de Gerência da Interface do Usuário (9), por exemplo, representam abordagens que têm em comum, principalmente, a premissa básica de que os sistemas interativos devem ser projetados a partir da perspectiva do usuário, implicando na observância de um conjunto de diretrizes para o projeto do diálogo interativo e do correspondente sistema.

Como consequência desta visão, o diálogo do usuário tem tratamento diferenciado, distinto daquele dispensado às funções de aplicação que lhe dão suporte. A abordagem contrasta com a tradicionalmente observada — e utilizada na maioria dos sistemas interativos em uso — onde as interações computador-usuário não são adequadas às necessidades do usuário. O código correspondente à manipulação da interação frequentemente encontra-se profundamente misturado com o código correspondente à solução do problema computacional, limitando a adequação do sistema a diferentes tipos de usuário, uma vez que torna as alterações dos aspectos interativos um processo caro e demorado.

O surgimento de ambientes integrados de desenvolvimento de sistemas interativos, conhecidos genericamente como Sistemas de Gerência da Interface do Usuário — SGIU, propicia a separação do projeto e da especificação da interação entre o usuário e a aplicação do projeto das funções da aplicação que deverão ser invocadas. Dessa maneira, o papel de um SGIU é o de mediar a interação entre um usuário e uma aplicação, satisfazendo as chamadas do usuário para ações da aplicação, e chamadas da aplicação para dados do usuário. Ele aceita como entrada uma especificação do diálogo, descrevendo a estrutura detalhada da interação.

Nesse contexto, um requisito fundamental do SGIU é prover a técnica para que o projetista possa descrever e organizar a sequência de interações do usuário.

O problema é semelhante àquele defrontado na área de gerência de bancos de dados para possibilitar ao programador a descrição de dados que devem ser gerenciados de uma maneira independente da aplicação. O caminho da solução escolhido pelos implementadores de SGBDs é comumente uma linguagem de definição do "schema", que é específica para um particular sistema e correspondente modelos de dados. Da mesma forma, a partir de um modelo do diálogo pode-se derivar uma linguagem que descreva a sua estrutura.

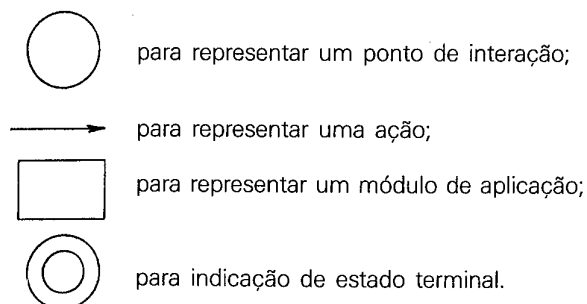
## 2. A MODELAGEM DO DIÁLOGO

O exame das técnicas e ferramentas empregadas na especificação dos aspectos dinâmicos dos sistemas (15,2,12,20,11,19,1,21) mostra que elas são orientadas, em sua maioria, para o tipo de aplicação que é objeto da especificação. As linguagens dirigidas são mais facilmente entendidas e utilizadas do que aquelas consideradas de propósito geral.

Diversas técnicas já foram propostas para a especificação da interface do usuário (9): Redes de Petri, autômatos de estados finitos, redes de transições aumentadas, vá-

rios tipos de sistemas de produção, além de técnicas avançadas de empacotamento e embutimento de procedimentos.

A técnica adotada para direcionamento da linguagem de especificação proposta neste trabalho corresponde a uma rede de transições aumentada. Sua utilização, com as particularidades correspondentes a cada abordagem, vem sendo considerada bastante adequada à especificação de processos interativos (18,7,21,3,8,10). Graficamente, a rede de transições aumentada utilizada pode ser vista como uma malha composta por nós e arcos dirigidos. Os nós corresponderiam a pontos de interação, e os arcos às ações por parte do sistema, em resposta aos estímulos recebidos do exterior. A cada arco pode-se ter associada a execução de um módulo de aplicação, responsável pela semântica da ação. Os símbolos gráficos utilizados neste trabalho são:



Os estados e módulos têm a identificação dada pelo nome inscrito. Caso sejam possíveis mais de uma ação, dependendo do estímulo recebido no ponto de interação, cada arco traz explicitado o símbolo ("token") que o seleciona

### 3. UMA LINGUAGEM DE ESPECIFICAÇÃO DO DIÁLOGO

#### 3.1 Conceitos

O modelo adotado dirige a linguagem de especificação do diálogo, neste trabalho. Na rede de transição aumentada, os nós — que correspondem a pontos de interação — possuem tipos que correspondem às tarefas fundamentais de interação; é utilizado como referência o padrão proposto por (8), com a utilização de um tipo adicional de nó — chamado de TERMINO — que não tem uma tarefa de interação correspondente, e que é utilizado exclusivamente na descrição dos estados terminais dos diálogos.

O diálogo é conceituado como sendo o componente dinâmico dos sistemas interativos. Tal diálogo, por seu turno, é visto como constituído pela execução de uma tarefa simples inicial — não obrigatoriamente presente, como a inicialização de variáveis, por exemplo — seguida da conversação propriamente dita, travada entre o homem e a máquina. Considera-se, ainda, que ao final do diálogo uma outra tarefa simples pode ser executada — como o salvamento de dados, por exemplo — antes do encerramento do processo interativo.

Em cada ponto de interação do diálogo pode-se verificar:

- a exibição de uma tela, acrescida ou não de mensagens do sistema;
- a recepção de um estímulo, que é o resultado de uma tarefa de interação de qualquer dos tipos-padrão utilizados.

Em resposta aos estímulos recebidos, diferentes transições podem-se verificar. Associada a cada transição pode-

se ter a ativação de um módulo, dando-se assim a semântica da transição selecionada.

A hierarquização da conversação, no diálogo, é possível através da utilização de estados do tipo-padrão "seleção de categoria", tornando aplicável ao processo de especificação abordagens do tipo "top-down".

Dessa forma, na especificação do sistema interativo são utilizados os conceitos tradicionalmente empregados para especificação de sistemas, encontrados nas diversas técnicas e métodos existentes: dados, processos e usuários. Adicionalmente, utiliza-se o conceito de diálogo, para descrever as sequências de interação que dão a dinâmica do sistema-objeto.

#### 3.2 Elementos da Linguagem

Os conceitos são representados, na linguagem de especificação, pelos seguintes objetos:

- SISTEMA: conjunto de MÓDULOS, ARQUIVOS, USUÁRIOS e DIALOGOS, responsável pela execução integral de uma função;
- MÓDULO: componente ativo, responsável pela execução de uma tarefa simples;
- ARQUIVO, REGISTRO e ITEM: utilizados na descrição de estruturas de dados;
- TELA: apresentação formatada de informação, sob a forma de figuras e/ou texto;
- ESTÍMULO: o resultado de uma tarefa de interação;
- SELETOR: símbolo ou valor associado a uma transição;
- ACAO: transição causada por um estímulo recebido no ponto de interação;
- ESTADO: ponto do diálogo onde se verifica a troca de informações entre o homem e a máquina;
- DIÁLOGO: processo interativo entre o homem e a máquina;
- TEC\_\_DE\_\_INTERAC: técnica de interação empregada na execução de uma tarefa de interação;
- PARAMETRO: no seu sentido usual;
- USUARIO: pessoa ou grupo de pessoas diretamente envolvido com o sistema interativo.

Os objetos podem relacionar-se entre si; essas relações são:

- TRANSICAO/DESTINO: vincula um ESTADO a uma ACAO, que será executada sempre que for recebido o ESTÍMULO indicado;
- TRANSICOES/SELECIONA/DESTINO: relaciona um ESTADO às ACAOs com execução possível de ser selecionada pelo ESTÍMULO indicado;
- COMPOSTO\_\_POR: utilizada na descrição de estruturas;
- USADO\_\_POR: descreve o uso do SISTEMA pelo USUARIO;
- INICIADO\_\_EM, TERMINADO\_\_EM: indicam os ESTADOS inicial e final do DIÁLOGO;
- ATIVA\_\_NO\_\_INICIO, ATIVA\_\_NO\_\_TERMINO: relacionam um DIÁLOGO aos MÓDULOS de inicialização e finalização;
- EXIBE/RECEBE/ATIVANDO: relaciona um ESTADO à TELA que é exibida, ao ESTÍMULO recebido e à TEC\_\_DE\_\_INTERAC utilizada;
- ATIVA/USANDO: relaciona ACAO ao MÓDULO ativado e os valores utilizados como PARAMETROS;
- ACEITA, PRODUZ: Relacionam um MÓDULO aos PARAMETROS utilizados na comunicação;
- ACESSA, ATUALIZA, CRIA, DESTROI: relacionam um MÓDULO a ARQUIVOS.

Os diversos blocos com que são especificados o diá-

logo do usuário e o sistema interativo correspondente são mostrados no anexo 1.

### 3.3 Exemplo

O exemplo a seguir é uma adaptação do apresentado em(8). A aplicação considerada possibilita ao usuário final desenhar e apagar linhas compostas por múltiplos segmentos ("polylines"). Uma linha composta por múltiplos segmentos consiste de um ou mais pontos conectados por linhas na ordem em que os pontos são criados, considerando-se que um ponto isolado seja também uma linha válida.

O usuário deve fornecer o nome de uma linha de múltiplos segmentos, fornecendo uma série de pontos. Cabe à aplicação desenhar uma linha entre os dois últimos pontos criados.

No seu exemplo, (8) considera que o usuário pode parar o desenho da linha corrente em qualquer estágio, e iniciar o desenho de outra, podendo, mais tarde, retornar e continuar o desenho da primeira. Considera, ainda, que o usuário pode determinar o fechamento de uma linha, o que impedirá qualquer modificação da mesma; poderá, ainda, apagar uma linha.

O estilo da linha também é considerado como sob o controle do usuário, podendo ser sólido, tracejado ou pontilhado. As cores das linhas também podem ser escolhidas pelo usuário dentre seis cores: vermelho, azul, verde, amarelo, laranja e branco. Os atributos correntes podem ser modificados em qualquer instante e as trocas aplicam-se aos desenhos feitos a seguir.

Os módulos de aplicação propostos são:

- INICIE-POLI(nome:CADEIA);
- CRIE-PONTO-E-DESENHE(onde:POSIÇÃO\_\_2D);
- FECHER-LINHA;
- ATRIBUA-COR(qual:(VERMELHO,AZUL,VERDE,AMARELO,LARANJA,BRANCO));
- ATRIBUA-ESTILO(qual:(SÓLIDO,TRACEJADO,PONTILHADO));
- APAGUE-POLI(nome:CADEIA);

A rede de transições aumentada, representativa da sintaxe da aplicação, é mostrada na figura 1. O uso da linguagem de especificação é exemplificado nas figuras 2 e 3: a figura 2 contém a descrição geral do diálogo POLYLINES e dos pontos de interação (estados) de que é composto; a figura 3 contém um exemplo de especificação de um objeto de cada tipo referenciado no diálogo e seus estados. A especificação completa, abrangendo inclusive os seus componentes tradicionais (estruturas de dados, usuários e processos) é razoavelmente extensa, não sendo apresentada por restrições de espaço.

## 4. UMA FERRAMENTA PARA APOIAR A ESPECIFICAÇÃO DE SISTEMAS INTERATIVOS

Para apoiar a tarefa de especificação do diálogo do usuário e do sistema interativo correspondente, foi desenvolvido uma ferramenta, denominada Sistema de Especificação de Diálogos — ESPEDI. Seu objetivo é o de apoiar a especificação do diálogo homem-máquina, a partir da perspectiva do usuário. O apoio é prestado através das seguintes funções:

- provimento da linguagem formal de especificação referida: torna disponível um núcleo de conceitos, extensível através de facilidades da própria ferramenta;

- validação da especificação efetuada, verificando a sua completude e impedindo especificações inconsistentes;
- documentação da especificação efetuada, fornecendo relatórios que retratam o sistema especificado e ajudam na sua análise;
- geração de um conjunto de tabelas com o "código" do diálogo especificado, para uso de outra ferramenta que compõe o SGIU-PUC e que atualmente encontra-se em desenvolvimento na PUC-RJ, o interpretador do diálogo.

O ESPEDI é composto pelos seguintes módulos:

- ESPEDI-M: provê a facilidade para definição da linguagem de especificação. Através dele são definidos os objetos, suas características e relações utilizadas na especificação de diálogos e sistemas interativos;
- ESPEDI-E: possibilita a especificação na linguagem definida pelo ESPEDI-M. A especificação é feita interativamente, orientada pela ferramenta;
- ESPEDI-I: componente que gera informações sobre a especificação efetuada, fornecendo ao projetista dados que o auxiliam nas tarefas de documentação e análise;
- ESPEDI-P: gerador das tabelas com o "código" do diálogo, voltadas para o interpretador de diálogos, externa ao ESPEDI.

As informações fornecidas através do componente ESPEDI-I podem ser classificadas em:

- apoio à análise da especificação: verificação da existência de objetos definidos e não referenciados ou referenciados e não definidos; verificação da existência de ciclos ("loops") na definição de estruturas de dados; verificação do uso dos arquivos; verificação da existência de ao menos um caminho de acesso a cada estado; verificação da existência de estado terminal diferente do informado;
- apoio à documentação: descrição (sumário) dos objetos especificados; descrição completa de um objeto; descrição geral do diálogo; sumário das telas, e técnicas de interação referenciadas no diálogo; sumário das ações e módulos semânticos ativados no diálogo; matriz de estados e transições do diálogo.

## 5. CONCLUSÃO

A linguagem apresentada neste trabalho e a ferramenta que a apóia integram o SGIU-PUC, em implementação no DI/PUC-RJ. É parte desse ambiente, também, uma metodologia de projeto da interface homem-máquina, que não é considerada neste trabalho.

Como ponto de relevo, destaca-se o apoio à tarefa de validação da interface, propiciada pela ferramenta. Dessa forma, o processo de projeto do sistema interativo — iterativo, por definição — é apoiado com a criação de um protótipo rápido, facilitado pela geração de um "código" do diálogo especificado, com posterior interpretação por ferramenta específica.

A especificação detalhada dos processos — passos e estrutura interna — não é contemplada. Para tanto, podem ser utilizadas complementarmente as técnicas e ferramentas específicas existentes.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bell, E.T., et al., "An Extendable Approach to Computer-Aided Software Requirements Engineering", in IEEE Trans. on Soft. Eng., vol SE-3, n° 1, Jan 1977.

2. Biewald, J., et al., "EPOS — A Specification and Design Technique for Computer Controlled Real — Time Automation Systems", in Proc. 4th. Int'l. Conf. on Soft. Eng., 1979.
3. Casey, B.E., e Dasarathy, B., "Modelling and Validating the Man-Machine Interface", in Software-Practice and Experiend, Vol. 12, 1982.
4. Chen, P.P.S., "The Entity-Relationship Model — Toward a Unified View of Data", ACM Transactions on Database Systems, vol. 1, no. 1, Mar 1976.
5. Davis, A.M., "The Design of a Family of Application-Oriented Requeriments Language", in Computer, May 1982
6. Demetrovics, J., "Specification Meta Systems", in Computer, May 1982.
7. Denert, E., "Specification and Design of Dialogue Systems With State Diagramas", in International Computing Symposium 1977, North-Holland Pub. Co., 1977

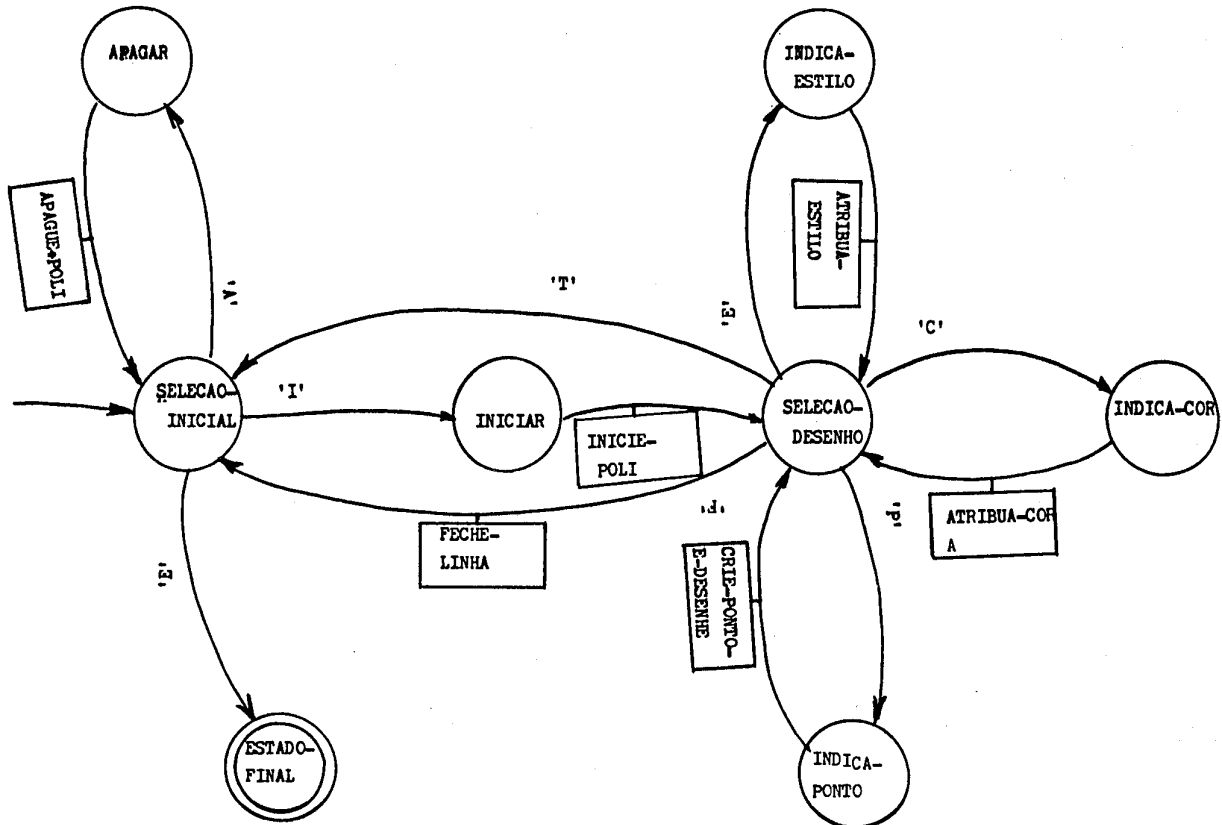


FIGURA 1 — Rede de Transições Aumentada Correspondente ao Diálogo POLYLINES

DIALOGO: POLYLINES  
 DESCRICAO:  
 desenho de linhas multiplas, com modificacao dinamica dos  
 atributos de cor e estilo  
 AUTOR: a  
 VERSAO: 1.0  
 DATA: mai/85  
 INICIADO EM:  
 selecao-inicial  
 TERMINADO EM:  
 estado-final

ESTADO: selecao-inicial  
 DESCRICAO:  
 selecao inicial das operacoes  
 TIPO: SELEC-OPER  
 EXIBE:  
 tela-1 RECEBE opcao ATIVANDO tecnica-1  
 TRANSICOES:  
 'A' SELECIONA a-apagar-1 DESTINO apagar  
 'I' SELECIONA a-iniciar-1 DESTINO iniciar  
 'F' SELECIONA a-encerrar DESTINO estado-final

ESTADO: apagar  
 DESCRICAO: selecao da linha a ser apagada  
 TIPO: SELEC-VALOR  
 EXIBE:  
 tela-2 RECEBE nome ATIVANDO tecnica-2  
 TRANSICAO:  
 a-apagar-2 DESTINO selecao-inicial  
 ESTADO: estado-final  
 DESCRICAO:  
 estado final do dialogo  
 TIPO: TERMINO

ESTADO: iniciar  
 DESCRICAO:  
 indicacao do nome da linha a ser iniciada  
 TIPO: TEXTO  
 EXIBE:  
 tela-3 RECEBE nome ATIVANDO tecnica-3  
 TRANSICAO:  
 a-iniciar-2 DESTINO selecao-desenho

ESTADO: selecao-desenho  
 DESCRICAO:  
 selecao da operacao de desenho  
 TIPO: SELEC-OPER  
 EXIBE:  
 tela-4 RECEBE opcao ATIVANDO tecnica-1  
 TRANSICOES:  
 'C' SELECIONA a-cor-1 DESTINO indicar-cor  
 'E' SELECIONA a-estilo-1 DESTINO indica-estilo  
 'P' SELECIONA a-apontar-1 DESTINO indica-ponto  
 'F' SELECIONA a-fechar DESTINO selecao-inicial  
 'T' SELECIONA a-terminar DESTINO selecao-inicial

ESTADO: indica-cor  
 DESCRICAO:  
 selecao da cor  
 TIPO: SELEC-VALOR  
 EXIBE:  
 tela-5 RECEBE opcao-cor ATIVANDO tecnica-2  
 TRANSICAO:  
 a-cor-2 DESTINO selecao-desenho

ESTADO: indica-estilo  
 DESCRICAO:  
 selecao do estilo  
 TIPO: SELEC-VALOR  
 EXIBE:  
 tela-6 RECEBE opcao-estilo ATIVANDO tecnica-2  
 TRANSICAO:  
 a-estilo-2 DESTINO selecao-desenho

ESTADO: indica-ponto  
 DESCRICAO:  
 indicacao do ponto  
 TIPO: POSICIONAR  
 EXIBE:  
 tela-7 RECEBE posicao-ponto ATIVANDO tecnica-4  
 TRANSICAO:  
 a-apontar-2 DESTINO selecao-desenho

FIGURA 2 — Especificação do diálogo POLYNES e de seus Pontos de Interação

TELA: tela-1  
 DESCRICAO:  
 menu inicial, com as operacoes possiveis sobre linhas multiplas  
 TIPO: D FILE  
 NOME\_EXTERNO: telal.dta  
 ESTIMULO: opcao  
 DESCRICAO:  
 indicacao da operacao desejada  
 TIPO: CADEIA  
 TAMANHO: 1  
 ACAO: a-iniciar-2  
 DESCRICAO:  
 transicao para o inicio do desenho  
 ATIVA:  
 inicie-poli USANDO nome  
 MODULO: inicie-poli  
 DESCRICAO:  
 torna corrente a linha multipla indicada  
 ACEITA:  
 nome-da-linha  
 ATUALIZA: diret-objetos  
 TEC\_DE\_INTERAC: tecnica-1  
 DESCRICAO:  
 exibicao da tela indicada; recepcao da selecao, via teclado, de uma opcao dentre as constantes do menu  
 ACEITA:  
 nome-da-tela  
 PRODUZ:  
 opcao-oper  
 PARAMETRO: nome-da-tela  
 DESCRICAO:  
 nome da tela  
 TIPO: CADEIA  
 TAMANHO: 16

FIGURA 3 — Especificação Parcial dos Objetos Referenciados no Diálogo POLYLINES e seus Pontos de Interação

SISTEMA: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 AUTOR: valor  
 VERSAO: valor  
 DATA: valor  
 USADO POR:  
 (identif)\*  
 COMPOSTO POR (ARQUIVO):  
 (identif)\*  
 COMPOSTO POR (MODULO):  
 (identif)\*  
 COMPOSTO POR (DIALOGO):  
 (identif)\*  
 ARQUIVO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 NOME ALTERNATIVO: valor  
 COMPOSTO POR:  
 (identif)\*  
 MODULO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 AUTOR: valor  
 VERSAO: valor  
 DATA: valor  
 LINGUAGEM: valor  
 ACEITA:  
 (identif)\*  
 PRODUZ:  
 (identif)\*  
 ACESSA:  
 (identif)\*  
 ATUALIZA:  
 (identif)\*  
 CRIA:  
 (identif)\*  
 DESTROI:  
 (identif)\*  
 TELA: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 TIPO: ( TEXTO | D\_FILE)  
 NOME\_EXTERNO: valor  
 USUARIO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 TIPO: valor  
 REGISTRO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 COMPOSTO POR:  
 (identif)\*  
 ITEM: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 TIPO: (CADEIA | INTEIRO | REAL)  
 TAMANHO: valor  
 COMPOSTO POR:  
 (identif)\*  
 PARAMETRO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*

TIPO: (CADEIA | INTEIRO | REAL)  
 TAMANHO: valor  
 SELETOR: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 TIPO: (CADEIA | INTEIRO | REAL)  
 TAMANHO: valor  
 VALOR: valor  
 ESTIMULO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 TIPO: (CADEIA | INTEIRO | REAL | POSICAO)  
 TAMANHO: valor  
 DIALOGO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 AUTOR: valor  
 VERSAO: valor  
 DATA: valor  
 ATIVA NO INICIO:  
 identif  
 INICIADO EM:  
 identif  
 TERMINADO EM:  
 identif  
 ATIVA NO TERMINO:  
 identif  
 ESTADO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 TIPO: (SELEC-CAT | SELEC-OPER | SELEC-VALOR | QUANT-INT |  
 QUANT-REAL | TEXTO | TERMINO | POSICIONAR)  
 EXIBE:  
 identif RECEBE identif ATIVANDO identif  
 TRANSICAO:  
 identif DESTINO identif  
 TRANSICAOES:  
 (identif SELECIONA identif DESTINO identif)\*  
 ACAO: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 ATIVA:  
 identif USANDO (identif)\*  
 TEC DE INTERAC: identif  
 DESCRICAO:  
 (linha-texto)\*  
 ACEITA:  
 identif  
 PRODUZ:  
 identif

## ANEXO I – Esquema dos Blocos de Especificação