
TUPI – Recursos de Acessibilidade para Educação Especial e Inclusiva dos Deficientes Motores

Carlos Roberto França¹, José Antonio Borges², Fábio Ferrentini Sampaio³
crfra@terra.com.br, (antonio2, ffs)@nce.ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Núcleo de Computação Eletrônica

Resumo

Este trabalho apresenta a situação precária de acesso dos estudantes deficientes motores no Brasil aos recursos e tecnologias computacionais existentes. A partir desta breve análise é apresentado o TOOLKIT TUPI, uma biblioteca de componentes para desenvolvedores de sistemas para acessibilidade de deficientes motores, desenvolvida e integrada ao ambiente Delphi. A biblioteca de componentes encontra-se em utilização, tendo sido gerado um aplicativo para a acessibilidade de deficientes motores graves também relatado aqui.

Abstract

This paper introduces the delicate situation of disabled students related to the use of computer resources and technologies in Brazil. The Tupi Toolkit, a component library for accessibility system developers is shown. The components library is already in use leading to the development of versatile and low cost programs.

Palavras chave: acessibilidade, deficientes motores, componentes computacionais.

¹ Aluno do Programa de Mestrado IM – NCE / UFRJ

² Pesquisador do NCE / UFRJ, responsável pelos Projetos DOSVOX e MOTRIX

³ Pesquisador do NCE/UFRJ; Professor do Programa de Mestrado IM – NCE / UFRJ

1. Entendendo o problema do acesso de deficientes motores à tecnologia

A ocorrência de deficiências motoras no Brasil é considerável: no universo dos quase 25 milhões de deficientes brasileiros, pelo menos 9 milhões são deficientes motores (IBGE, 2000). A maior parte dessas pessoas está em condições extremamente desfavorável na sociedade, o que ocorre em grande parte, pela falta de acesso a itens tecnológicos que poderiam tornar sua vida muito mais integrada e agradável. Quanto mais severo é o comprometimento físico, maior é a dependência do uso de tecnologias para a manutenção da qualidade de vida.

Se nos fixarmos unicamente na questão do uso de computadores e sistemas que não estão adaptados, veremos que um estudante com deficiência dos membros superiores está em desvantagem em relação aos seus colegas em idade escolar, independentemente do nível social.

Um aspecto desta questão diz respeito a usabilidade desses sistemas. As técnicas usuais de acionamento de sistemas computacionais criados para pessoas não deficientes, envolvem quase sempre o uso de botões, teclados e mouse, dispositivos estes que são diretamente preparados para acionamento com a mão ou com o dedo. Se uma pessoa não move a mão, é necessário o uso de dispositivos especiais (próteses, órteses ou adaptações mecânicas) para o acionamento do computador.

No caso de deficiências leves, o uso de sistemas mecânicos consegue muitas vezes resolver razoavelmente o problema do acionamento. Nota-se, entretanto uma tendência a escolher estas alternativas para os indivíduos com deficiências mais graves.

Pode-se também enumerar a existência de diversos outros complicadores que são vivenciados no dia-a-dia de pessoas com deficiências.

- a) Atetose e espasmos (movimentos involuntários dos membros) que introduzem repetições de acionamentos.
- b) Falta de precisão nos movimentos, fazendo com que seja difícil posicionar corretamente os acionadores (por exemplo, posicionar um mouse num ponto da tela) ou acioná-los convenientemente.
- c) O tempo de resposta corporal a um estímulo cerebral pode ser muito elevado, não dando tempo ao sistema para entender o que o usuário deseja em tempo hábil.
- d) Determinados movimentos ou estímulos podem causar dor ou desconforto no usuário.
- e) L.E.R. (lesões por esforço repetitivo) – forçar o uso de membros deficientes a atuar pode provocar lesões graves muitas vezes de caráter irreversível.
- f) Um certo dispositivo usado por determinada solução tecnológica pode não ser absolutamente acessível dada às restrições da pessoa. Por exemplo, uma pessoa que não possa falar não conseguirá usar técnicas de comandos de voz.

Quando olhamos os produtos de tecnologia assistiva computacional hoje disponíveis no mercado (Disability Information and Resources, 2004), observamos duas abordagens de projeto:

- a) alguns sistemas são abrangentes demais visando atender, por exemplo, a “todos os tetraplégicos”. Tais sistemas necessitam de uma configuração específica

(inclusive de hardware) para serem efetivamente utilizados. Nesta solução, o usuário provavelmente usará um subconjunto muito pequeno do produto.

- b) outros produtos são mais simples, mas extremamente específicos a uma certa configuração de deficiência. Essa especificidade conduz a uma utilização por um público mais restrito.

Ambas as abordagens conduzem a produtos de custo muito alto: no primeiro caso, o tempo de desenvolvimento é considerável para prover a adaptabilidade que permita que o sistema possa ser utilizado em muitas situações; no segundo caso, o tempo é menor, mas a clientela diminui e o custo de produção não se dilui. Como cada caso apresenta um quadro distinto, se faz necessária a disponibilidade de ferramentas ajustáveis e que tenham uma maleabilidade capaz de aproveitar ao máximo as características presentes em cada usuário.

A utilização de ferramentas tecnológicas para acessibilidade nas Escolas e Universidades brasileiras é mínimo, principalemnte pela falta de recursos financeiros e a grande variabilidade de ferramentas que seriam necessárias para o atendimento individual.

Com isso em mente, surgiu o toolkit TUPI, um conjunto de componentes computacionais básicos para simplificar o processo de criação de programas e sistemas adaptativos. O objetivo maior do toolkit é o de permitir a construção de programas robustos e confiáveis, adequados a diferentes tipos de deficiências motoras, em tempo muito menor do que é necessário atualmente, mesmo por programadores com pouca experiência na área.

2. PRODUTOS DE TECNOLOGIA PARA DEFICIENTES MOTORES UTILIZADOS HOJE NO BRASIL

Diversas instituições educacionais no Brasil têm realizado esforços para introduzir tecnologias (em particular de computação) no processo de reabilitação. Essas instituições, apesar do sucesso obtido com o uso de diversos itens computacionais na educação e socialização dos deficientes motores, utilizam grande parte da tecnologia de computação produzida no exterior, com falta de comunicação quase total com os produtores originais.⁴ Esse esforço tem produzido resultados muito bons em algumas áreas de deficiência (em especial a deficiência visual), mas a deficiência motora ainda constitui uma área com muito pouco sucesso.

Segundo o pesquisador Teófilo Damasceno (Damasceno, 2004), os principais itens de tecnologia assistiva utilizados no Brasil são os produtos da empresa *Intellitools* (www.intellitools.com), fabricante de uma variada linha de teclados especiais e acionadores, com grande possibilidade de configuração para atender a um bom número de deficiências, e que são acoplados a softwares dependentes desses dispositivos. Esses produtos são bastante versáteis e completos sob diversos aspectos, mas são muito caros

⁴ Existem algumas poucas exceções, como alguns teclados especiais produzidos na AACD, fabricados apenas sob encomenda.

para disseminação ampla no contexto brasileiro: um conjunto mínimo de ferramentas envolvendo um teclado especial e um conjunto pequeno de programas pode chegar facilmente aos US\$ 2.000 .

Poucos grupos de pesquisa no Brasil têm-se dedicado à criação de software adaptativos, embora vários deles façam pesquisa com o uso de diversos software externos. Entre os grupos mais destacados podemos citar o Laboratório de Reabilitação Cognitiva do Instituto de Psicologia da USP, que desde 1991 vem desenvolvendo programas para auxiliar a comunicação de pacientes com deficiências motoras graves, como tetraplégicos e paralisados cerebrais, entre os quais se destaca o produto ImagoAnaVox (http://www.usp.br/agen/bols/1998_2001/rede328.htm); o Centro de Terapia Ocupacional do Rio de Janeiro, que desenvolveu o software Comunique, para comunicação alternativa com pessoas com deficiências graves (<http://www.comunicacaoalternativa.com.br>); e o NCE/UFRJ, que desenvolveu o Teclado Amigo, editor de textos especializado para deficientes motores graves e o Motrix, através da qual é possível comandar um computador com o sistema operacional Windows através do reconhecimento de voz.⁵ (<http://intervox.nce.ufrj.br/motrix>)

Nossa experiência como desenvolvedores de sistemas adaptativos, nos permite afirmar que poucas pessoas conhecem as ferramentas de acessibilidade computacional e raros são aqueles que conseguem utilizar essas ferramentas com segurança.

3. ENTENDENDO AS DIFICULDADES TÉCNICAS PARA CRIAÇÃO DE PROGRAMAS ADAPTATIVOS PARA DEFICIENTES MOTORES

O projeto de um sistema computacional voltado para atenção a deficientes não é muito diferente de um projeto usual de informática. Entretanto, a criação de programas de acessibilidade envolve alguns aspectos particulares que necessitam de uma interação humana diferenciada, o uso de ferramentas e técnicas especiais, e o cuidado constante com o bem-estar físico do usuário.

Segundo Silveira e outros (2000), o ciclo de vida de um projeto de software pode ser dividido nas seguintes etapas: análise dos requisitos do sistema, desenvolvimento do projeto inicial e manutenção do produto. Cada uma delas assume aspectos particulares no projeto de sistemas adaptativos para deficientes.

a) análise dos requisitos - Numa fase embrionária do projeto, é essencial a interação do desenvolvedor com o deficiente motor ou com o grupo de pessoas e profissionais que lidam diretamente com os mesmos. O projetista deve abdicar de idéias preconcebidas sobre as limitações do usuário e buscar transformar a tecnologia num amplificador das potencialidades existentes.

Segundo Claudia Naumann (2004), muitos problemas não residem em aspectos técnicos, mas sim no âmbito psicológico, incluindo manifestações de pena, nervoso e o espelhamento em si mesmo do problema do deficiente, que acabam por dificultar muito essa interação fundamental.

⁵ Em algumas situações o sistema adaptativo para cegos *DOSVOX* do NCE/UFRJ vem sendo utilizado em algumas instituições para atender a deficientes motores, pelo fato de que usa apenas o mouse para todo o acionamento, e menus de escolha por teclas.

Outro problema importante é a aversão que uma boa parte dos profissionais de saúde que estão envolvidos com o tratamento físico dos deficientes têm com relação à aplicação de novos artefatos tecnológicos. Nossa experiência em implantação de sistemas adaptativos de computação nos permite afirmar que muitos deles exibem um desconhecimento quase completo do arsenal de tecnologias adaptativas de computação disponíveis, e em alguns casos são avessos a novas soluções. Assim, é freqüente que as opiniões desses profissionais sejam bastante desanimadoras ou mesmo nos conduzam a conclusões equivocadas, no que tange à aplicabilidade tecnológica em determinados aspectos⁶.

b) desenvolvimento do projeto inicial - Diferentes técnicas existem para o desenvolvimento do projeto. Geralmente envolvem a criação de diagramas (Entidades/Relacionamentos, UML, etc), sendo que a escolha depende fundamentalmente da experiência do projetista em alguma delas. Quando o projeto envolve um nível alto de incerteza na solução, é comum o uso de prototipagem, geralmente associada à técnica de desenvolvimento rápido de aplicações (RAD). Segundo Roger Pressman (2002), a técnica RAD (Rapid Application Development) enfatiza a codificação (e não a especificação), a reutilização de código e o envolvimento contínuo com o cliente. O uso intensivo de componentes de software é uma alternativa adequada para diminuir enormemente o tempo de codificação e aumentar a qualidade do produto.

No entanto, um projetista que deseje usar RAD em projetos voltados para deficientes descobrirá rapidamente que tais componentes não existem, tendo que despender um tempo enorme na adaptação de componentes semelhantes com aqueles que seriam desejáveis. Para produzir essas adaptações, em quase todas as situações, será necessário conhecimento da arquitetura interna desses componentes, e muitas vezes a tarefa de mudá-los será quase impossível de ser realizada (por exemplo, componentes COM da Microsoft quase sempre são inalteráveis).

O desenvolvimento de componentes novos, com imitação da funcionalidade, também não é tarefa fácil visto que envolvem interações em “baixo nível” com o sistema operacional. Um componente adaptativo quase sempre faz muitas chamadas a várias “Application Interfaces” pouco conhecidas (ou mesmo não documentadas) do sistema operacional, sendo comum também a interação com os sistemas de proteção do “kernel” ou de mecanismos de interrupção.

c) modificações e manutenção - Uma vez que o sistema esteja pronto ele será testado e aplicado. Estes testes podem ou não conduzir a modificações no projeto.

O projetista deve prever que o sistema de acessibilidade será usado em muitas situações similares (porém não iguais) àquela para a qual foi criado inicialmente, e que a necessidade de modificações ou de reaproveitamento de código em novas aplicações será muito grande. O perfil físico e psicológico do usuário deficiente se modifica ao longo do tempo, e quanto maior for o nível de interação da pessoa com o computador

⁶ Este receio dos profissionais é parcialmente compreensível, uma vez que um projeto tecnológico errado pode causar sérias lesões físicas no usuário ou (dependendo do produto) até mesmo sua morte.

(que serve como um elemento potencializador das suas necessidades) maior será a necessidade de inclusão de novas funcionalidades nos ambientes desenvolvidos.

4. O TOOLKIT TUPI

O Tupi é um conjunto de componentes de software compatível com o desenvolvimento de sistemas na linguagem Delphi⁷, criado para facilitar a construção de sistemas de acessibilidade. O conjunto de componentes foi definido de forma a tornar quase trivial a implementação da maior parte das funcionalidades dos software adaptativos existentes no mercado.

Após sua instalação, os componentes do Tupi passam a integrar a barra de componentes do mesmo modo que um componente nativo do Delphi. Isso permite uma interação muito simples do desenvolvedor com os componentes, não alterando o seu modo de programar/operar o ambiente (Figura 1).



Figura 1- Componentes Tupi integrados ao ambiente Delphi

Para a utilização de um componente utilizou-se o mesmo procedimento empregado com os componentes já existentes no Delphi: arrastá-lo da barra de ferramentas e colá-lo num formulário. Alguns componentes, de características tipicamente não visuais podem ser também colados em Data Modules ou componentes similares. A parametrização dos componentes do TUPI é feita do mesmo modo que se parametriza os componentes do Delphi: através do *Object Inspector* do Delphi é possível criar aplicações distintas e direcionadas, fazendo o uso indiscriminado da parametrização dos componentes TUPI. Todos os componentes são objetos comuns (classes de Delphi), e desta forma é possível também sua criação, ativação e destruição em tempo real por programa, independente do uso da interface visual.

Os principais componentes do TUPI e os seus ícones identificadores na paleta de componentes Delphi são:



MOUSEVIRT - Este componente é responsável pela movimentação do cursor e pela maioria das funções desempenhadas por um mouse normal. Além das opções de configurações, o MOUSEVIRT permite ao usuário um controle total das ações do cursor como os deslocamentos laterais, deslocamentos para cima, para baixo e clique. A movimentação do cursor de mouse automatizado pode ser associada a diversas balísticas (movimento constante, acelerado, histerese, etc).

⁷ A escolha do Delphi foi motivada pela existência prévia, no NCE/UFRJ, de um imenso conjunto de rotinas de acessibilidade, proveniente dos sistemas DOSVOX e MOTRIX, que haviam sido criadas nesta linguagem por Antonio Borges.



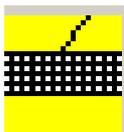
MENUVARRE - Este componente tem como principal utilidade a seleção a partir de um menu de opções em que as opções são selecionadas automaticamente de forma seqüencial. Através de um INPUT, quando a opção desejada é atingida, o sistema executa a função associada a cada opção.



MOUSEPULA - Este componente posiciona automaticamente o cursor em pontos da tela predeterminados, de forma cíclica. Um input causa a simulação de um click no lugar. É muito útil para selecionar pontos específicos da tela (como botões, menus estáticos, ícones, etc).



MOUSETEC - Este componente automatiza o uso de teclas especiais, que passam a ser utilizadas de forma global e independente das aplicações. Um uso típico é associar ao teclado numérico funções de acessibilidade ou de movimentação do cursor.



TECLAVIRT - Este componente é o teclado virtual do TUPI. As funcionalidades usuais de um teclado estão implementadas. O processo de teclagem pode ser feito por seleção direta (posicionando o MOUSEVIRT sobre a tecla e clicando) ou pelo processo de varredura. Este componente é altamente parametrizável e permite ao desenvolvedor gerar uma grande quantidade de aplicações distintas.

6. APLICATIVO ACESSO TUPI

Este aplicativo foi concebido para prover a acessibilidade de portadores de deficiências motoras graves, que possam emitir algum tipo de ruído bucal como: (estalos, “hummm”, “tsss” e outros sons). Estes ruídos são captados por um microfone e potencializados pelo ACESSO TUPI, para que ocorra uma manipulação do cursor do mouse, de forma a realizar todo e qualquer evento do tipo clique (clique, clique duplo, deslocamentos do cursor e etc). O uso do ACESSO TUPI é precedido pela configuração do acionamento, onde informamos o volume do microfone e a velocidade da varredura em milissegundos. Esta configuração é imprescindível para possibilitar o uso do aplicativo pelo deficiente motor, de acordo com altura mínima do ruído sonoro que o mesmo consegue emitir sem desconforto. Este ruído é captado pelo microfone e ajustado numa escala de sensibilidade que vai de 30 a 250 db.

Ao ser acionado, o ACESSO TUPI carrega na tela a sua chamada inicial e posteriormente um menu de opções, totalmente parametrizável de acordo com as potencialidades do usuário. Podemos configurá-lo para obter uma resposta padronizada, onde a velocidade e a funcionalidade do aplicativo são personalizadas para atender a um usuário específico e as mutações de seu quadro clínico. A figura 2 apresenta a tela do menu de controle das principais funções do mouse virtual utilizados no ACESSO TUPI.

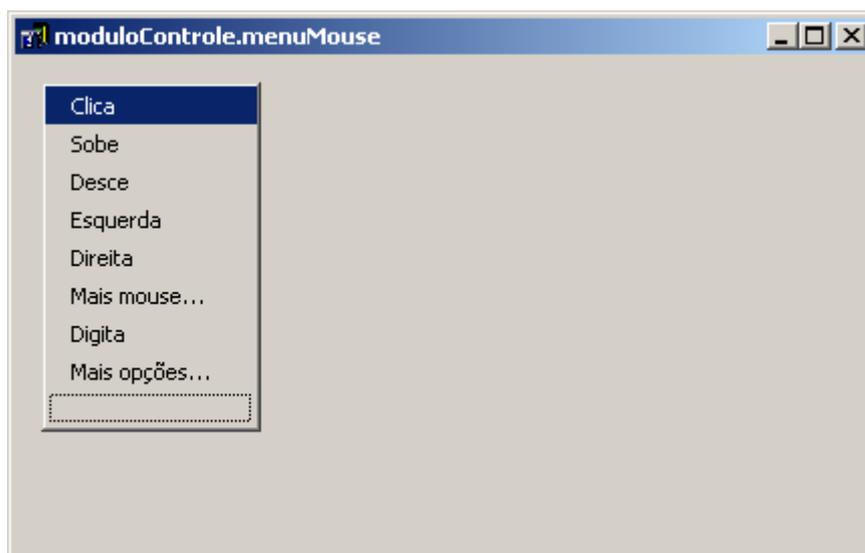


Figura 2 – Tela de controle do mouse

A função “Digita” faz acionar o componente teclado virtual da biblioteca TUPI. Cada tecla virtual “pressionada” (na verdade selecionada no processo de varredura) é transmitida ao sistema básico de entrada e saída do sistema operacional, sendo enviada ao aplicativo que está no topo da lista de janelas do Windows.

Uma outra opção de acionamento do módulo controle de mouse é dada por “Mais opções” (Figura 3), onde estão presentes as configurações que visam facilitar a navegabilidade do usuário na Internet, com rolamento da barra de rolagem a partir das opções “Desce Página”, “Sobe Página”, “Guias da Janela”, “Fecha janela” e “Volta ao Mouse”. Neste item “Mais opções” foram utilizados os componentes MicInput, MouseVirt, MenuVarre, TeclaVirt e MousePula.

O desenvolvimento deste aplicativo com o Toolkit Tupi cosumiu cerca de quatro-cinco horas de trabalho de um programador experiente. Tal dado permite-nos afirmar que o esforço computacional por parte dos desenvolvedores foi mínimo, dado a relativa complexidade do produto desenvolvido.

A elaboração de um aplicativo desta natureza, sem a utilização de componentes apoiados na tecnologia RAD (Rapid Application Development), técnica utilizada para desenvolvimentos baseados em componentes, conduziria seus desenvolvedores a uma tarefa interdisciplinar, onde além dos conhecimentos de programação do sistema operacional Windows, os mesmos teriam que trabalhar de forma interativa, com os familiares e profissionais que lidam diretamente com o deficiente motor. O Tupi não visa eliminar a interação do desenvolvedor com os futuros usuários dos aplicativos de acessibilidade. O objetivo é facilitar a interação e tornar este tipo de desenvolvimento o mais próximo do que é praticado na concepção de Software para pessoas sem necessidades especiais.

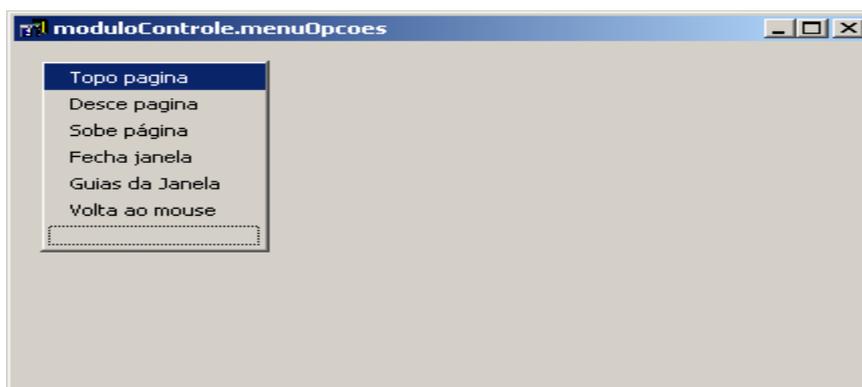


Figura 3 – Menu opções

7. CONCLUSÕES

O Tupi não é um conjunto de aplicativos encapsulados em componentes, mas um facilitador para construção de aplicativos. Assim sendo, seu uso é destinado a programadores e não a usuários de sistemas adaptativos, o que pode frustrar um pouco um terapeuta, um professor ou um usuário, para o qual uma solução pronta seria o desejável. Nossa idéia é que o importante, no momento, é criar uma base computacional que possibilite o desenvolvimento de novos software para acessibilidade (ou que incorporem elementos de acessibilidade) com simplicidade e rapidez.

A implementação do Toolkit Tupi foi feita utilizando a técnica de Orientação a Objetos, apontada pela literatura como uma das formas mais adequadas para criação de sistemas adaptáveis e extensíveis. Desta forma, espera-se que novos componentes venham rapidamente a fazer parte dele, ou mesmo que outros Toolkits sejam construídos com base no que aqui é disponibilizado em código aberto. O Tupi, além de oferecer poderosas ferramentas de construções gratuitas, oportuniza também que novas pesquisas e projetos sejam realizados pelas universidades e grupos de pesquisa e desenvolvimento para introduzir acessibilidade em sistemas novos e pré-existentes, com investimento reduzido. Por limitações técnicas, os componentes Delphi só podem ser utilizados nesta linguagem. Um trabalho futuro será a adaptação do Tupi para a tecnologia Active-X, tornando-o assim utilizável em outras linguagens.

Não vemos, entretanto como uma tarefa fácil portá-lo para a plataforma Linux, uma vez que a interação com o sistema operacional necessário para sua codificação é intensa e muito dependente de características particulares do sistema operacional em uso.

Para concluir, é fundamental reconhecer a importância do desenvolvimento de ferramentas de acessibilidade para os deficientes motores, uma vez que sua situação hoje é de isolamento nos âmbitos estudantil, social e no trabalho.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E WEBLIOGRÁFICAS

DAMASCENO, T. CRPD - Programa Informática na Educação Especial- Centro de Reabilitação Irmã Dulce Salvador Bahia - também disponível em <http://infoesp.vilabol.uol.com.br/recursos/recurso1.htm> “ - Visitado em 20004

IBGE - Censo Demográfico 2000 - Tabulação Avançada – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – disponível online em <http://www.ibge.gov.br/censo/default.php>

DISABILITY INFORMATION AND RESOURCES - <http://www.makoa.org/> . Visitado em 2004.

MOTRIX - <http://intervox.nce.ufjf.br/motrix> - visitado em 2005

NAUMANN, C., BORGES, J.A., SOUZA, S.G. Projeto Habilitar: um experimento para capacitação técnica de cegos e tetraplégicos em redes de computadores - III Congresso Ibero-americano - Iberdiscap 2004. – San José - Costa Rica

PROJECTE FRESSA - <http://www.xtec.es/ec.es/~jlagares/indexcastella.htm> – Visitado em 2005

ROGER PRESSMAN, Introdução à Engenharia de Software – Editora MacGraw-Hill , 2002

SILVEIRA, D., SCHMITZ, E. Uma Metodologia Rápida para o Desenvolvimento Visual de Software Orientado a Objetos, VIII Congresso Iberoamericano de Educación Superior en Computación - CIESC-CLEI2000, Mexico, Septiembre del 2000