

# LabVad: Laboratório Remoto para o Desenvolvimento de Atividades Didáticas com Robótica

Paulo Roberto de Azevedo  
Souza

Programa de Pós-Graduação em  
Informática (PPGI) – Universidade  
Federal do Rio de Janeiro  
Cidade Universitária – Ilha do Fundão  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
(+55) (24) 2255-3503  
prasouza@ufrj.br

Fábio Ferrentini Sampaio<sup>1</sup>  
Marcos da Fonseca Elia<sup>2</sup>

Programa de Pós-Graduação em  
Informática (PPGI) e Instituto Tércio  
Pacitti de Aplicações e Pesquisas  
Computacionais (NCE)  
Universidade Federal do Rio de  
Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
(+55) (21) 2598-3117  
(ffs, melia)@nce.ufrj.br<sup>1,2</sup>

Serafim Brandão Pinto

Instituto Tércio  
Pacitti de Aplicações e Pesquisas  
Computacionais (NCE)  
Universidade Federal do Rio de  
Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
(+55) (21) 2598-3162  
serafim@nce.ufrj.br

## ABSTRACT

This paper presents LabVad, a virtual laboratory for educational activities, which can be accessed freely via the Internet. The LabVad is built on the electronic platform of the Project Arduino, and incorporates a set of educational robotics activities with devices and services with the aim of expanding the practices of educational robotics in teaching-learning environments.

## RESUMO

Este artigo apresenta o Laboratório de Atividades Didáticas (LabVad), que pode ser acessado de forma livre, via Internet. O LabVad é um ambiente construído sobre a plataforma eletrônica de baixo custo do projeto Arduino, incorporando um conjunto de atividades e serviços com o objetivo de ampliar as práticas de robótica educativa em ambientes de ensino-aprendizagem.

## Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.1 [Computer and Education]: Computer Uses in Education – *robotics in education, distance learning, open-source hardware.*

## Termos Gerais

Algorithms, Design, Human Factors.

## Palavras Chaves

Robótica Educativa, Hardware Livre, Ensino Remoto.

## 1. INTRODUÇÃO

A robótica educativa (RE) é ministrada normalmente em laboratórios com práticas que envolvem raciocínio lógico, trabalho em equipe e conhecimento multidisciplinar. Desta forma, conteúdos de disciplinas como eletrônica, física, informática, matemática, línguas, química e biologia (entre outros) também são

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

XXXXXXXXXXXX – As informações serão preenchidas no processo de edição dos Anais.

empregados para o desenvolvimento dos projetos tornando a prática da RE uma atividade única em relação à construção do conhecimento.

Uma das dificuldades encontradas por alunos e professores da rede pública de ensino, no uso da robótica educacional, tem sido o alto custo de aquisição de kits de hardware para o desenvolvimento das atividades práticas nas escolas e fora delas. Neste aspecto, nos últimos anos, o movimento do hardware livre, através de projetos como o Arduino [1] e o Raspberry Pi [2], vem colaborando para uma maior disseminação da robótica em ambientes de ensino-aprendizagem.

Um outro aspecto que também colabora para a baixa existência de experiências exitosas de RE no Brasil é o pouco conhecimento dos professores e dos estabelecimentos de ensino sobre as suas possibilidades.

Uma possível solução para a introdução ao uso da robótica educativa em nossas Escolas é a utilização de laboratórios abertos de acesso remoto (via web). Tais propostas aliam um baixo investimento financeiro inicial, reutilização de recursos, com possibilidades de multiplicação do processo de formação de professores de forma otimizada.

Diante deste panorama, o uso de laboratórios remotos acessados via web e disponível para professores e alunos 24 horas, 7 dias por semana pode ser uma alternativa didática viável. Este é exatamente o caminho abordado pelo presente trabalho, denominado LabVad – Laboratório Virtual de Atividades Didáticas – com origem em 2008 [3] quando foi então formulada sua arquitetura sustentada em dois pilares: um pedagógico [4] e outro tecnológico. Este artigo aborda este segundo pilar com ênfase no acesso remoto e adotando como opção de hardware a plataforma livre Arduino.

Na seção 2 será discutido o contexto institucional e as escolhas tecnológicas feitas. Na seção 3 serão apresentados alguns trabalhos relacionados, investigados na fase inicial de levantamento de requisitos do sistema desenvolvido. Em seguida serão apresentados, respectivamente, os requisitos levantados junto ao público-alvo (seção 4) e as principais características de arquitetura e implementação da LabVad (seção 5). As conclusões e considerações finais são discutidas na seção 6.

## 2. PROUCA

O Programa “Um Computador por Aluno”, PROUCA [5] é um projeto do Governo Federal com o propósito de promover a inclusão digital das crianças brasileiras da rede pública de ensino mediante a aquisição de computadores portáteis novos e de baixo custo, com conteúdos pedagógicos.

No final de 2011, o Ministério da Educação fez uma chamada via Edital [6] para que grupos de pesquisa no Brasil apresentassem propostas que contemplassem o uso dos laptops adquiridos pelas escolas parceiras do PROUCA. O projeto Uca na Cuca [7] de pesquisa científica, tecnológica e inovação pedagógica na área de RE foi um dos projetos selecionados pelo referido Edital. O referido projeto prevê cinco metas, dentre elas destacam-se a linguagem visual DuinoBlocks [8], para programação de placas robóticas da família Arduino e o LabVad, objeto deste artigo.

### 2.1. O Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo e código aberto destinada a educadores, artistas, designers, hobbystas, e outros interessados em criar objetos ou ambientes interativos [1].

A Plataforma Arduino é formada por dois componentes [9]: o hardware ou placa Arduino (Figura 1A) – baseado em microcontrolador programável da família Atmel – e o ambiente de programação (IDE) utilizado para construção dos programas que irão controlar as aplicações desenvolvidas (Figura 1B).

O ambiente de programação nativo do Arduino é o Wiring. Este ambiente é composto por uma linguagem baseada em comandos com características semelhantes à linguagem C (linguagem de programação mais usada por toda a indústria de computação) [10], possuindo também um conjunto de opções que auxiliam na depuração e comunicação com a placa de hardware Arduino. Após o desenvolvimento e compilação do seu programa, o usuário pode carregá-lo na placa Arduino via conexão USB utilizando funções embutidas no ambiente.

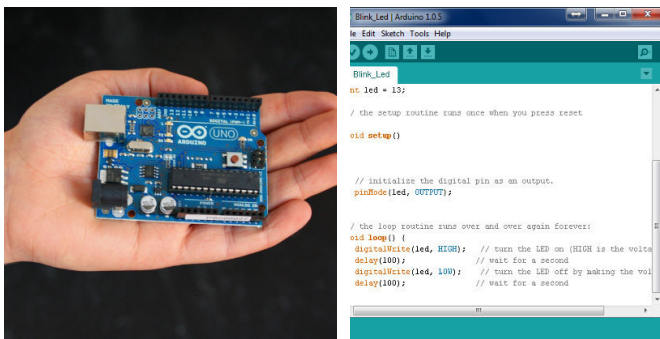


Figura 1. (A): A Placa Arduino. (B): O Ambiente de Programação do Arduino (b). Fonte: [11].

## 3. TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns requisitos para o desenvolvimento do LabVad foram definidos ainda na fase de proposição do projeto (seção 4). Entretanto, a fim de buscar novos subsídios para o desenvolvimento do ambiente foi feita uma pesquisa na web por trabalhos/projetos com características semelhantes aqueles que pretendíamos desenvolver. A surpresa foi a quase total

inexistência de trabalhos sobre laboratórios de acesso via web com foco no uso da robótica.

A seguir apresentamos de forma sucinta três projetos cujas características contribuíram para o desenvolvimento da plataforma web do LabVad.

### 3.1. O Arduino Online Compiler

O Arduino Online Compiler é um dos seis projetos relacionados à plataforma Arduino em desenvolvimento pela empresa ArduinoDev [12]. É um ambiente que pode ser acessado via web, sem a necessidade de instalação de extensões ou drivers. Neste ambiente o usuário tem a possibilidade de compilar seu código Wiring num ambiente web e posteriormente carregar o código numa placa Arduino conectada ao seu computador.

Para utilizar o Arduino Online Compiler, o usuário deve copiar o código do seu computador e colar diretamente no ambiente. Uma vez compilado com sucesso, o ambiente permite o download do código com extensão hex, o qual pode ser utilizado no simulador Protheus [13]. No entanto, na situação de ocorrência de erros, as informações prestadas pelo ambiente são pouco explicativas para os usuários novatos.

Vale ressaltar também que, no referido ambiente, a inexistência de ferramentas de edição/alteração/armazenamento do código dificultam ainda mais o trabalho do usuário na criação de programas. Para tal o usuário terá que utilizar os recursos de edição da sua máquina local.

### 3.2. O Codebender

O Codebender é uma plataforma web que tem como principais objetivos o compartilhamento de arquivos e a aprendizagem colaborativa [14].

A interface é bem desenhada e o usuário possui dois canais simultâneos de suporte e monitoramento. No entanto, tal funcionalidade exige uma conexão de banda larga com alta velocidade.

O ambiente permite que o usuário crie suas próprias bibliotecas de programas, facilitando a cooperação entre eles. Disponibiliza também um serviço de tutoriais que facilita a construção de programas/projetos mais complexos.

O Codebender é uma plataforma mais completa que o Arduino Online Compiler, em relação às funções de programação e compilação. Suas mensagens de verificação/compilação apontam exatamente onde está o erro, sem, no entanto, serem suficientemente explicativas para usuários leigos.

### 3.3. O Robot Virtual World

O Robot Virtual World (RVW) pertence ao Computer Science Student Network. O CS2N é um projeto de pesquisa formado pela parceria entre a Universidade Carnegie Mellon com o Collaborative Badge Research da Universidade de Pittsburgh [15].

Um dos objetivos do RVW é fortalecer o uso de ambientes virtuais de aprendizagem onde são utilizados modelos e simulações no ensino de programação de robôs. O projeto se apoia em pesquisas que comprovam que esta modalidade de ensino apresenta melhores resultados do que no ensino com robôs físicos [16].

O RVW apresenta quatro ferramentas educativas que têm suporte educacional em treinamentos, jogos e competições. Para utilizar

plenamente o serviço existe a obrigatoriedade de comprar licenças que estão disponíveis de forma individual, para equipe de seis pessoas ou o pacote sala de aula, com até 30 licenças.

O RVW não trabalha com robôs físicos, mas exige computadores com alta capacidade de processamento e placas de vídeo que executem simulações tridimensionais.

O ambiente também exige a instalação de diferentes softwares na máquina do usuário, o que demanda suporte técnico contínuo.

#### 4. REQUISITOS DO SISTEMA

A compreensão completa dos requisitos é fundamental para um desenvolvimento de software bem-sucedido. Porém, a identificação inicial de todos os requisitos, na realidade, não é sequencial [17]. Neste projeto a identificação das necessidades dos usuários foi realizada durante todo o seu ciclo de vida, mas com uma maior intensidade no seu começo.

Desta forma, o levantamento de requisitos foi feito em diferentes momentos, tendo iniciado com as condições de contorno contextuais descritas por Alves [18] e com a revisão da literatura de softwares/ambientes de robótica na web.

A equipe estendida do projeto Uca na Cuca, em diferentes seminários e reuniões, também discutiu sobre as principais características a serem implementadas no LabVad. Por fim, pesquisas de campo realizadas durante os cursos de REBC promovidos pelo projeto, também foram de grande importância na identificação das necessidades do público-alvo.

A coleta de opiniões de stakeholders, como professores em processo de formação em REBC e especialistas na área de tecnologias no ensino e robótica, ajudou na compreensão das reais necessidades dos potenciais usuários.

Os três principais requisitos levantados nesta fase que o ambiente LabVad deve prover são:

##### 4.1. Similaridade com um ambiente real de RE

Este requisito, definido ainda na fase de proposta do projeto, trata da similaridade que o ambiente na web deve prover, de forma a se aproximar ao máximo da situação em que temos um usuário numa bancada com computador, IDE e hardware Arduino conectado à sua máquina (ambiente local).

Desta forma, todo o ambiente de programação do LabVad deve ter correspondência nas funcionalidades existentes no ambiente local. Deve ser possível também ao usuário visualizar a execução dos seus experimentos no LabVad de forma muito semelhante ao que veria, caso tivesse um hardware Arduino conectado à sua máquina.

##### 4.2. Requisito de portabilidade: Ambiente Multiplataforma

Um importante aspecto levado em consideração no desenvolvimento do LabVad foi a existência de diferentes sistemas operacionais disponíveis para alunos e professores nos diferentes equipamentos utilizados por eles. Os laptops das escolas do PROUCA possuem o sistema operacional Meego [19] ou alguma outra distribuição LINUX. Por sua vez, os computadores que os alunos por ventura tenham em suas residências têm – com uma boa chance – o sistema operacional Windows. Já os computadores distribuídos aos professores da rede pública de ensino nos diferentes estados do Brasil vêm também com alguma versão Linux. A alternativa econômica e

alinhada com as tendências atuais no desenvolvimento de software [20], foi a de implementar um ambiente multiplataforma que rodasse na nuvem.

O requisito definido acima traz no seu bojo três outros importantes aspectos positivos. Primeiro, elimina a complexidade de uma eventual instalação, configuração ou atualização do sistema, possibilitando aos usuários o acesso ao LabVad sem a necessidade de conhecimento sobre a tecnologia utilizada. Segundo, reduz a necessidade de espaço de memória ou disco nos laptops, uma vez que os projetos podem ser salvos na nuvem e as máquinas dos usuários não necessitam ter alta capacidade de processamento [21]. Terceiro, introduz facilidades para o compartilhamento e colaboração dos projetos desenvolvidos pelos alunos e professores.

##### 4.3. Requisitos de eficiência e desempenho

As funcionalidades do sistema devem ser adequadas as limitadas especificações de hardware e periféricos do laptop ClassMate [22]<sup>1</sup>. As principais limitações da última versão deste equipamento são:

- O tamanho reduzido da tela de 8.9'': O layout do sistema, apresentado ao usuário via navegador web deverá ser adequado a essa pequena dimensão e de preferência ajustável para que também se adeque às telas de maior tamanho e resolução.
- A ausência de mouse: A usabilidade do sistema deverá considerar o uso do touchpad.
- As limitações de processamento, armazenamento e banda de internet: no desenvolvimento do sistema deve-se atentar para o tempo de execução das ações, a quantidade de memória requerida e a baixa largura de banda, hoje, (ainda) existente nas Escolas.

#### 5. ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO DO LABVAD

Nesta seção pretendemos descrever as tecnologias empregadas na construção do LabVad, através de dados coletados nos trabalhos relacionados e da análise de requisitos da seção anterior.

O LabVad é formado por dois componentes distintos: um hardware e uma plataforma web que controla as funcionalidades deste hardware.

O hardware do LabVad (figura 2) é composto por uma eletrônica, desenvolvida por pesquisadores do GINAPE, acoplada a uma placa Arduino.

A eletrônica cumpre o papel de permitir, de forma transparente para o usuário, a multiplexação<sup>2</sup> de diferentes experimentos no Arduino, organizando-os em grupos e ampliando as possibilidades pedagógicas do projeto.

<sup>1</sup> O ClassMate é um laptop de configuração simples, comprado pelo Governo Federal e presente em boa parte das escolas parceiras do PROUCA.

<sup>2</sup> Multiplexação é a técnica que utiliza um dispositivo que codifica as informações de duas ou mais fontes de dados num único canal.

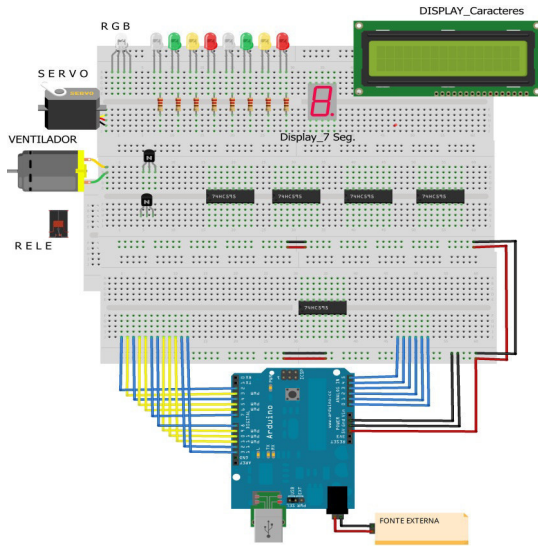


Figura 2. Projeto físico do LabVad. Fonte: autores.

A conexão entre os dispositivos periféricos (LEDs, RGB, servo-motor, display, etc.) e os pinos da placa Arduino já estão previamente definidos. Por exemplo, o RGB e o servo-motor estão conectados no mesmo pino 11 do Arduino. O usuário ao criar seu programa, seleciona previamente no ambiente LabVad, qual dos dois componentes vai querer utilizar no seu projeto. Na Figura 3 apresentamos o ambiente visto pelo usuário através da web.

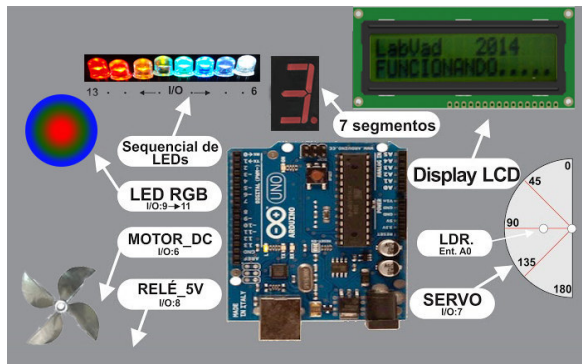


Figura 3. Transmissão do LabVad pela Web. Fonte: autores.

O funcionamento do hardware LabVad depende de um programa criado pelo usuário com instruções que permitam o funcionamento dos dispositivos eletromecânicos e/ou eletroeletrônicos. Para tal, foi desenvolvido um ambiente operacional rodando na web (plataforma web rodando no servidor do projeto LabVad) com diferentes funcionalidades para que os seus usuários possam alocar horários para utilizar o hardware LabVad, construir seus programas em Wiring e executá-los.

A visualização de um programa do usuário é feita através da transmissão web de imagens capturadas por uma webcam acoplada ao hardware (Figura 4).

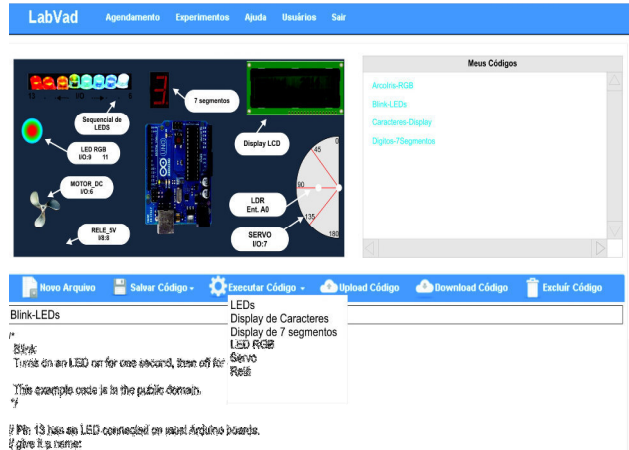


Figura 4. Plataforma Web do LabVad. Fonte: autores.

### 5.1. Softwares utilizados

Pinto e outros [23] apontam que projetos com tecnologias livres estão associados à internet e às comunidades de usuários que se auxiliam mutuamente no sentido de esclarecimento, soluções de problemas e no fortalecimento de projetos.

A partir dessas premissas e procurando minimizar os custos de construção e manutenção do projeto, optou-se, no desenvolvimento do projeto, pela utilização de softwares livres consolidados.

Desta forma, utilizou-se as linguagens de programação PHP<sup>3</sup>, HTML5<sup>4</sup>, AJAX<sup>5</sup>, CSS3<sup>6</sup> e o banco de dados MySQL<sup>7</sup>.

O PHP permite processar, diretamente no servidor do NCE, o conteúdo dinâmico das páginas e exibi-lo dinamicamente nos navegadores dos computadores do usuário. [23]. A plataforma web do LabVad também executa um servidor de stream de vídeo que é responsável pela transmissão, via webcam, das imagens dos experimentos de robótica em tempo real.

Na transmissão de vídeo priorizou-se a iluminação adequada, qualidade da imagem e a redução nos atrasos de visualização. O software responsável pela transmissão das imagens é o VideoLAN [25], uma vez que o mesmo não necessita da instalação de player de vídeos, e nem direciona a função da transmissão de vídeo para outros serviços como o Videolog ou o Youtube. Tais características permitem uma melhor geração de imagens, sem a necessidade de instalação de software especial nas máquinas dos usuários.

<sup>3</sup> PHP: Hypertext Preprocessor, originalmente Personal Home Page

<sup>4</sup> Hypertext Markup Language, versão 5 ou Linguagem de Marcação de Hipertexto, versão 5.

<sup>5</sup> Asynchronous Javascript and XML ou Javascript Assíncrono e XML.

<sup>6</sup> Cascading Style Sheets ou linguagem de folhas de estilo, versão 3.

<sup>7</sup> É um sistema de gerenciamento de banco de dados, que utiliza a linguagem SQL - Linguagem de Consulta Estruturada.

Na plataforma web do LabVad foi implementada uma IDE ( Ambiente Integrado de Desenvolvimento) bastante completa, de forma que o usuário tenha à sua disposição diferentes funcionalidades para criação, manutenção e testagem dos seus códigos. Essa IDE é capaz tanto com o ClassMate quanto com dispositivos móveis, como tablets e smartphones [26].

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresenta a plataforma LabVad para a criação e testagem de projetos de robótica, utilizando o hardware livre Arduino. O acesso livre ao ambiente pode ser feito no endereço <http://nce.ufrj.br/ginape/labvad>.

Nas próximas etapas do projeto pretendemos trabalhar primeiramente com Professores e alunos das escolas parceiras do PROUCA a fim de testarmos as funcionalidades do sistema e a sua adequação aos recursos computacionais e de internet desses estabelecimentos de ensino.

Com a disponibilização do presente projeto esperamos poder dar uma contribuição para a disseminação do uso da Robótica nos espaços de ensino-aprendizagem.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Arduino. (2012). What is Arduino? Disponível em: <http://arduino.cc>. Acesso em 02 de junho de 2014.
- [2] Raspberry Pi. (2013). What is a Raspberry Pi? Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>. Acesso em 01 de maio de 2014.
- [3] Victorino, L.; Elia, M. F.; Gomes, A.; Pinto, M. C.; Bastos, C. Laboratório Virtual de Atividades Didáticas – LabVad, In: XV Workshop de Informática na Escola – WIE. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wie/2009/022.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.
- [4] Pinto, M.C. Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.
- [5] Sampaio, F. F. (Org.) e Elia, M. F. (Org.) (2012). Projeto Um Computador por Aluno: pesquisas e perspectivas. 01. ed. Rio de Janeiro: Instituto Tercio Pacitti (NCE) – UFRJ.
- [6] SEED (2010) Edital CNPq/CAPES/SEED-MEC nº 76/2010. Disponível em: <http://memoria.cnpq.br/editais/ct/2010/076.htm>. Acesso em: 01 de maio de 2014.
- [7] Sampaio, F. F. e Elia, M. F. (2011). PROJETO UCA na CUCA: robótica educacional na sala de aula. Disponível em: [http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/publicacoes/Projetos/Proj\\_UCAnaCUCA.pdf](http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/publicacoes/Projetos/Proj_UCAnaCUCA.pdf). Acesso em: 01 de maio de 2014.
- [8] Alves, R. M.; Sampaio, F. F. e Elia, M. F. (2013). DuinoBlocks: Um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional. In: SEMISH - XL Seminário Integrado de Software e Hardware”. In: XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Maceió. Brasil.
- [9] McRoberts M. (2011). Arduino Básico. São Paulo: Novatec Editora.
- [10] Ritchie, M.D. (1996). O Desenvolvimento da Linguagem C. Nova Jersey: Lucent Technologies Inc.
- [11] Arduino on Tumblr (2014). Disponível em: <http://www.tumblr.com/tagged/arduino>, Acesso em: 12 abril de 2014.
- [12] ArduinoDev. (2013). Arduino Online Compiler. Disponível em: <http://arduino.dev.com/software/builder/>. Acesso em: 12 de abril de 2014.
- [13] Wang X; Zhou F.; Zhang H. (2012). The Research and Practice of Teaching Method Reform for Single-chip Microcomputer Course. International Conference on Education Technology and Computer, 2012. Disponível em: <http://www.ipcsit.com/vol43/046-ICETC2012-T2096.pdf>. Acesso em 12 de abril de 2014.
- [14] Codebender. (2013). Online development & collaboration platform for Arduino users, makers and engineers. Disponível em: <https://codebender.cc>. Acesso em: 12 de abril de 2014.
- [15] CS2N. (2014) Computer Science Student Network. Disponível em: <https://www.cs2n.org>. Acesso em: 14 de julho de 2014.
- [16] Robot Virtual World. (2014). No Robot, No Problem! Robot Virtual Worlds is a high-end simulation environment that enables students, without robots, to learn programming. Disponível em: <http://www.robotvirtualworlds.com>. Acesso em: 12 abril de 2014.
- [17] Crinnion J. (1991) Evolutionary systems development: a practical guide to the use of prototyping within a structured systems methodology. Pitman Publishing. London.
- [18] Alves, R. M. (2013). DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional. Dissertação de Mestrado. UFRJ. Rio de Janeiro.
- [19] Meego. (2010). Disponível em: [http://www.metasy.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=417&Itemid=173&lang=pt](http://www.metasy.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=417&Itemid=173&lang=pt). Acesso em: 10 de julho de 2014.
- [20] Zhang S.; Chen X.; Huo X. (2010). Cloud Computing Research and Development Trend. In: Second International Conference on Future Networks.
- [21] Souza F. R. C; Moreira L. O. e Machado J. C. (2010). Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e Desafios. Publicado no ERCEMAPI 2009. Versão revisada e estendida em Setembro de 2010. Capítulo 7. Disponível em: <http://www.ufpi.br/ercemapi/arquivos/file/minicurso/mc7.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2014.
- [22] Classmate. (2007). Disponível em: <http://www.instituicaodoseculo21.com.br/classmate.html>. Acesso em: 10 de julho de 2014.
- [23] Pinto, M. C. ; Elia, M. F. ; Sampaio, F. F. (2012). Formação de professores em robótica educacional com hardware livre Arduino no contexto Um Computador por Aluno. In: 18o. Workshop de Informática na Escola (WIE), 2012, Rio de Janeiro. Anais do 18o. Workshop de Informática na Escola (WIE). Rio de Janeiro: NCE - UFRJ.