



## ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA A DISCIPLINA OPTATIVA “TÓPICOS ESPECIAIS EM ELETRÔNICA II: INTRODUÇÃO AO KIT DE DESENVOLVIMENTO ARDUINO”

**Roberto Brauer Di Renna** – robertobrauer@telecom.uff.br

**Thiago Elias Bitencourt Cunha** – thiagobitencourt@id.uff.br

**Lorraine de Miranda Paiva** – lorrainepaiva@id.uff.br

**Lucas Pontes Siqueira** – lpsiqueira@id.uff.br

**Alexandre Santos de la Vega** – delavega@telecom.uff.br

Grupo PET-Tele – <http://www.telecom.uff.br/pet>

Universidade Federal Fluminense – UFF

Escola de Engenharia – TCE

Departamento de Engenharia de Telecomunicações - TET

Rua Passo da Pátria, 156 / Bloco D / Sala 504

24.210-240 - Niterói – Rio de Janeiro

**Resumo:** *Por vezes, visando uma rica formação na área técnica dos cursos de Engenharia, as Universidades negligenciam a escrita nos trabalhos acadêmicos, focando apenas no estudo e na prática dos conteúdos. O grupo PET-Tele da UFF busca dar uma formação mais ampla para seus integrantes e uma das maneiras de atingir essa meta é desenvolvendo atividades que complementem o trabalho da Universidade. O objetivo principal desse artigo é apresentar alguns dos materiais didáticos produzidos pelo grupo PET-Tele, os quais são atualmente utilizados como material de apoio em cursos ministrados pelo grupo.*

**Palavras-chave:** *Produção de material didático, Arduino, Programa de Educação Tutorial (PET), Inserção em curso de graduação, Ensino de graduação.*

### 1. INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Tutorial (PET) [MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2014], financiado pelo Ministério da Educação (MEC), exige que os bolsistas dos grupos PET, ao serem submetidos a uma formação complementar, desenvolvam atividades que possuam, cada uma delas, itens relativos às áreas de Pesquisa, Ensino e Extensão, bem como consigam algum tipo de penetração no curso ao qual o seu grupo pertence. Nesse sentido, tanto para cumprir um dos requisitos do Programa PET, que é a produção, a manutenção e a disponibilização gratuita, de material didático autoral, como para incentivar essa prática, que não é regularmente desenvolvida ao longo do curso de graduação em questão, a mesma é inserida entre as atividades regulares do grupo PET do Curso de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense (PET-Tele) [PET-TELE, 2014].

O grupo PET-Tele tem realizado um trabalho continuado, empregando o *kit* de desenvolvimento Arduino [ARDUINO, 2014] como núcleo de conhecimento: pesquisa, aquisição, estudo, alguns ensaios, pequenos projetos, oficinas, minicursos e, finalmente, a implantação de uma disciplina optativa em curso de graduação.



Nessa trajetória, o grupo elaborou três documentos sobre o assunto em questão, procurando atingir diversos objetivos, entre eles: a) complementar a formação dos seus integrantes ao fomentar a prática da escrita, b) oferecer um material básico de estudo para os alunos que participam das oficinas, dos minicursos e da disciplina optativa, organizados pelo grupo e c) disponibilizar mais uma fonte de informação sobre o *kit* de desenvolvimento Arduino para o grande público. Tais documentos formam o foco desse artigo.

A seguir, é apresentado um resumo da atividade desenvolvida. A Seção 2 lista motivações e objetivos do projeto educacional. A atividade realizada é resumida na Seção 3. As Seções 4, 5 e 6 descrevem cada um dos documentos elaborados no projeto educacional. Finalmente, as conclusões e os trabalhos futuros são apresentados na Seção 7.

## 2. MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

Uma abordagem comumente encontrada nos cursos de Engenharia, visando uma rica formação na área técnica, é privilegiar o estudo e a experimentação prática dos conteúdos abordados. Porém, normalmente, o mesmo peso não é creditado à prática da escrita. Por essa razão, muitas vezes, os estudantes só são obrigados a trabalhar a síntese de documentos no período final do curso, durante a elaboração do seu trabalho de conclusão de curso.

O grupo PET-Tele da Universidade Federal Fluminense (UFF) busca oferecer uma formação mais ampla para seus integrantes e uma das maneiras de atingir essa meta é desenvolvendo atividades que complementem o trabalho da Universidade. Nesse sentido, não apenas são realizadas as atividades de pesquisa, de estudo e de experimentação prática, mas também é exigido dos seus integrantes que eles realizem a síntese de diversos tipos de documentos e que eles trabalhem a exposição oral de diversas formas diferentes.

Uma das grandes dificuldades em experimentações práticas, com finalidade didática ou de prototipagem, é o tempo gasto na montagem e na depuração de erros. Para evitar tais transtornos, circuitos com tamanho reduzido, com poucas conexões, porém com operação de razoável complexidade, têm sido disponibilizados comercialmente sob a designação de *kits* de desenvolvimento. Alguns deles são baseados em microcontroladores. Paralelamente, são disponibilizados ainda outros pequenos circuitos, para aplicações específicas, que trabalham conectados aos *kits*. Esses circuitos auxiliares costumam receber designações particulares.

Em particular, o *kit* de desenvolvimento Arduino vem ganhando muita atenção, tanto no ambiente acadêmico quanto do mercado de trabalho, devido às suas características, tais como: dimensão reduzida, baixo custo, facilidade de aprendizado e de uso, quantidade reduzida de conexões. Os circuitos auxiliares do Arduino são denominados de *shields* [ARDUINO, 2014].

Em 2010, um integrante do grupo tomou conhecimento do Arduino e sugeriu, em reunião, que o grupo passasse a estudá-lo e a desenvolver projetos com ele. A sugestão foi acatada pelo grupo. Algumas unidades foram adquiridas pelo tutor e pequenos projetos foram realizados internamente. O passo seguinte foi a criação de oficinas, que ocorreram em eventos oficiais na UFF, abordando uma introdução sobre o Arduino e a realização de alguns projetos simples. Portanto, além das exigências do Programa PET, fez-se necessária a elaboração de um texto autoral que servisse de suporte para as atividades do grupo envolvendo o Arduino. Nasceu, assim, a primeira versão de um tutorial sobre Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino [FONSECA & DE LA VEGA, 2011].



Com o aumento dos pedidos por mais oficinas sobre o Arduino, o grupo decidiu fazer um curso piloto, com alunos de primeiro período do curso de graduação em Engenharia de Telecomunicações da UFF [DI RENNA *et al.*, 2014]. Com o sucesso do curso piloto, o grupo sugeriu a criação de uma disciplina optativa. O projeto foi apresentado ao Departamento de Engenharia de Telecomunicações (TET) da UFF, que o aprovou em reunião departamental. Isso tudo gerou uma demanda para o grupo. Por um lado, para usar o Arduino em projetos é necessário que usuário possua alguns conhecimentos básicos sobre programação e sobre componentes eletro-eletrônicos. Por outro, vindo de um ensino médio sem base técnica, os alunos raramente possuem tais conhecimentos. Além disso, a linguagem utilizada na programação do Arduino, embora seja parecida com linguagens de programação conhecidas, possui estruturas e bibliotecas próprias.

Em função de tudo isso, o grupo decidiu reformular o tutorial sobre Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino, anexando mais projetos ao documento original, bem como escrever duas novas apostilas: Programação para Arduino e Introdução a Componentes Eletrônicos. Tais documentos são apresentados nesse artigo.

### 3. A ATIVIDADE REALIZADA

De uma forma global, a atividade realizada pelos alunos do grupo PET-Tele foi o conjunto formado pela pesquisa, pelo estudo, pela prática e, finalmente, pela elaboração de material didático, relativos ao *kit* de desenvolvimento microcontrolado Arduino.

Ao se desenvolver a atividade, procurou-se alcançar os seguintes objetivos:

- Adquirir conhecimento na área em questão.
- Produzir material que auxilie o desenvolvimento de práticas em disciplinas da graduação.
- Produzir material suplementar para as disciplinas da graduação.
- Despertar interesse dos alunos de graduação em áreas não trabalhadas explicitamente pelas disciplinas da graduação.
- Atrair alunos de graduação para desenvolvimento de pequenos projetos.
- Formar massa crítica para desenvolvimento de projetos.
- Incentivar o empreendedorismo, mostrando que é possível, diante de um problema, pensar em soluções, formalizá-las e implementá-las.

Nesse artigo, são relatados apenas os documentos produzidos como resultado da atividade. Para o assunto em questão, foram produzidos: a) um tutorial sobre Introdução ao *kit* de desenvolvimento Arduino, b) uma apostila sobre Programação para Arduino e c) uma apostila sobre Introdução a Componentes Eletrônicos. Cada um desses documentos é descrito isoladamente nas próximas seções.

Como acontece com todos os demais produtos desenvolvidos pelo grupo, todos os três documentos apresentados nesse trabalho estão disponíveis para *download* gratuito no *website* do PET-Tele, como forma de divulgação e de extensão do trabalho do grupo, e encontram-se em contínua manutenção [PET-TELE, 2014].

Por ser o documento mais antigo, o tutorial sobre Introdução ao Arduino já foi publicado, já passou por reformulações, já sofreu ampla divulgação, já foi utilizado dentro e



fora das atividades do PET-Tele e a ele já foram feitas referências, conforme é descrito a seguir.

Logo em seguida à sua elaboração, um relato sobre a primeira versão do tutorial foi publicado em [FONSECA & DE LA VEGA, 2011].

Além de ser utilizado nas oficinas, nos minicursos e na disciplina optativa, todos ministrados por integrantes do grupo, o tutorial já foi utilizado nas aulas de laboratório das disciplinas “Organização e Arquitetura de Computadores” e “Eletrônica I”, do curso de graduação em Engenharia de Telecomunicações da UFF, com o auxílio dos alunos do grupo.

O grupo PET-Elétrica da UFF usou o tutorial escrito pelos integrantes do PET-Tele como base para iniciar seus projetos.

O Professor Doutor Felipe Nascimento Martins, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), pediu autorização, via *e-mail*, no primeiro semestre de 2011, para referenciar o tutorial para os seus alunos.

O *link* para o tutorial denominado “Introdução ao *kit* de desenvolvimento Arduino” do *website* do grupo PET-Tele foi referenciado no *website* da Olimpíada Brasileira de Robótica [Olimpíada Brasileira de Robótica, 2014], seção Modalidade Prática (MP), subseção Material para Robôs, tópico Programando e Criando Robôs com Arduino.

#### 4. O TUTORIAL SOBRE INTRODUÇÃO AO ARDUINO

Com sua primeira versão disponibilizada no *website* do grupo em 2010, o tutorial sobre Introdução ao *kit* de desenvolvimento Arduino foi elaborado pelos ex-integrantes Mathyan Motta Beppu e Erika Guimarães Pereira da Fonseca [FONSECA & DE LA VEGA, 2011]. Ele foi planejado para que pessoas com poucos conhecimentos sobre eletrônica, programação e microcontroladores pudessem desenvolver projetos básicos, a partir dos exemplos apresentados no documento. O material objetivava também despertar o interesse dos alunos do curso de graduação para tópicos não abordados diretamente nas disciplinas do curso.

Dividido em capítulos, o tutorial apresenta uma breve descrição do *kit* Arduino. São apresentadas sua arquitetura, sua origem e motivação, bem como suas características, buscando contextualizar o leitor. Uma vez que, na época de elaboração do documento, a versão mais recente do microcontrolador era o Arduino Duemilanove, características específicas desse *kit* foram apresentadas, tais como parâmetros elétricos de operação, interfaces de comunicação e estrutura de memória. De forma breve, a sua programação é introduzida ao leitor, para que o mesmo comece a se familiarizar tanto com a linguagem de programação reconhecida pelo Arduino, similar às linguagens C e C++ [KERNIGHAN & RITCHIE, 1988], quanto com as bibliotecas de código existentes. É apresentado também o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) a ser utilizado para o desenvolvimento de projetos como o Arduino, com orientações relativas à sua instalação em diferentes sistemas operacionais. Finalmente, exemplos de projetos são detalhadamente definidos.

Os projetos presentes na primeira versão do tutorial foram escolhidos buscando fácil entendimento, baixo custo, pouca infraestrutura e razoável grau de interesse. Seguindo uma linha de aumento gradativo de complexidade, os projetos são explicados passo a passo, com o auxílio de imagens ilustrativas do circuito, de comentários gerais do código e da definição do objetivo da prática em questão. Na primeira versão do tutorial, escrita pelos ex-integrantes



Mathyan Motta Beppu e Erika Guimarães Pereira da Fonseca, as seguintes práticas estavam presentes:

- Exemplo 01 - Acionamento de LED interno
- Exemplo 02 - Acionamento de LEDs externos
- Exemplo 03 - Capacímetro
- Exemplo 04 - Controle de servomotor

Nas versões seguintes, disponibilizadas em 2013, os integrantes Roberto Brauer Di Renna, Thiago Elias Bitencourt Cunha e o ex-integrante Rodrigo Duque Ramos Brasil, incluíram um total de nove práticas ao tutorial. Seguindo a linha original, os projetos possuem um grau crescente de dificuldade. Como novidade, são utilizados, em algumas das práticas, placas de circuitos complementares ao Arduino, denominados de *shields*. As práticas anexadas são as seguintes:

- Exemplo 05 - Teclado virtual
- Exemplo 06 - Jogo Genius
- Exemplo 07 - Alarme
- Exemplo 08 - Controle remoto
- Exemplo 09 - Sensor de Temperatura
- Exemplo 10 - Sensor de Luminosidade
- Exemplo 11 - Transmissor e Receptor RF
- Exemplo 12 - Interação com Python e Linux
- Exemplo 13 - Web Server

Na preparação dos novos exemplos de projeto, estes não foram diretamente copiados de projetos existentes, mas, além *website* oficial do Arduino [ARDUINO, 2014], foram consultadas inúmeras *webpages*, bem como alguns livros [OXER & BLEMINGS, 2009]. Foi utilizada também a experiência dos integrantes do grupo no trabalho como o Arduino.

## 5. A APOSTILA SOBRE PROGRAMAÇÃO PARA ARDUINO

Com início em setembro de 2013, o PET-Tele organizou um curso piloto sobre Introdução ao Arduino para alunos do primeiro período do curso de graduação em Engenharia de Telecomunicações da UFF, com duração de 8 semanas, cumprindo 1 aula de 2 horas por semana [DI RENNA *et al.*, 2014], no Laboratório de Projetos em Eletrônica e Computação (LaPEC) [LaPEC, 2014].

Uma vez que o público alvo eram alunos do primeiro período, todos haviam acabado de concluir o ensino médio, todos tinham experiência em computadores como usuários, mas poucos eram os alunos com alguma experiência em programação de computadores. Além disso, o curso possuía um módulo inicial sobre introdução à programação para o Arduino. Obviamente, alguns alunos apresentaram dificuldades com a atividade de programação, o que levou os integrantes do grupo a buscarem alternativas para minimizar tal problema. Uma solução proposta foi a elaboração da apostila sobre Programação para Arduino, onde todas as estruturas e as funções presentes na linguagem de programação do Arduino são explicadas de



forma simplificada. Na preparação dessa apostila, além do *website* oficial do Arduino [ARDUINO, 2014], foram consultadas inúmeras *webpages*, bem como alguns livros [KERNIGHAN & RITCHIE, 1988] [CELES *et al.*, 2004] [WIDMER & TOCCI, 2011]. Foi utilizada também a experiência dos integrantes do grupo no trabalho com o Arduino.

A versão atual da apostila está organizada segundo o padrão apresentado no *website* oficial do Arduino. Ela encontra-se dividida nos seguintes capítulos: “Estrutura”, “Variáveis” e “Funções”.

Conteúdos relacionados com algumas das disciplinas do curso de Engenharia de Telecomunicações da UFF foram adicionados na apostila, dando um embasamento mais amplo tanto para o material elaborado quanto para o estudo das disciplinas de “Eletrônica I”, “Técnicas Digitais” e “Organização e Arquitetura de Computadores”.

## 6. A APOSTILA SOBRE INTRODUÇÃO A COMPONENTES ELETRÔNICOS

Uma grande parte dos alunos ingressantes na Universidade vem de um ensino médio sem formação técnica. Dessa forma, poucos são os alunos que tiveram algum contato com circuitos eletro-eletrônicos na prática. No curso de Engenharia de Telecomunicações da UFF, os alunos entram em contato com componentes eletro-eletrônicos apenas no terceiro período, na disciplina “Física Experimental II”.

Pensando que os alunos das oficinas, dos minicursos e da disciplina optativa sobre Arduino, ministrados pelo PET-Tele, poderiam apresentar dificuldade de compreensão das práticas propostas, devido ao desconhecimento dos componentes utilizados, o grupo decidiu elaborar um material de apoio. A ideia central foi familiarizar mais rapidamente os alunos com os componentes utilizados em tais atividades.

Assim, foi desenvolvida a apostila sobre Introdução a Componentes Eletrônicos, organizada nos seguintes capítulos:

- 1 - Componentes resistivos
- 2 - Fotorresistor LDR
- 3 - Termistor
- 4 - Capacitores
- 5 - Diodos
- 6 - Leds
- 7 - Relés
- 8 - Opto-acopladores
- 9 - Transistores

O documento é composto por textos explicativos, equações e figuras ilustrativas. Ao longo do documento, todos os componentes são detalhados, levando em conta suas principais características e sua aplicação nas práticas do tutorial sobre Arduino produzido pelo grupo.



## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O grupo PET-Tele elaborou três documentos didáticos, visando: a) complementar a formação dos seus integrantes ao fomentar a prática da escrita, b) oferecer um material básico de estudo para os alunos que participam das oficinas, dos minicursos e da disciplina optativa, organizados pelo grupo e c) disponibilizar mais uma fonte de informação sobre o *kit* de desenvolvimento Arduino para o grande público.

No ano de 2010, quando a primeira versão do tutorial sobre Introdução ao Arduino já estava disponível no *website* do PET-Tele, o Arduino tinha cinco anos desde sua criação e grupos de estudo no Brasil ainda estavam sendo montados.

Com a sua facilidade de aprendizado, a sua facilidade de uso e o seu baixo custo, o *kit* popularizou-se de tal forma que, desde 2011, o grupo anualmente oferece entre 3 minicursos e 2 oficinas, todos eles com uma procura muito além da esperada.

Um dos documentos aqui apresentados já foi publicado, já passou por reformulações, já sofreu ampla divulgação, já foi utilizado dentro e fora das atividades do PET-Tele e a ele já foram feitas referências.

Os autores acreditam que o fato de possuírem material didático autoral e de obterem o reconhecimento de suas publicações, interna e externamente à sua universidade de origem, solidifica o trabalho realizado pelo grupo e auxilia o aprendizado de futuros alunos.

O grupo pensa que, em relação a volume produzido, os três documentos já atingiram um bom nível. O próximo passo é realizar revisões periódicas, com o intuito de corrigir possíveis erros, de modificar possíveis assuntos não claramente abordados e de realizar acréscimos e/ou atualizações que se julguem necessários.

Como acontece com todos os demais produtos desenvolvidos pelo grupo, todos os três documentos apresentados nesse trabalho estão disponíveis para *download* gratuito no *website* do PET-Tele, como forma de divulgação e de extensão do trabalho do grupo, e encontram-se em contínua manutenção.

## AGRADECIMENTOS

O grupo PET-Tele faz parte do Programa de Educação Tutorial (PET), financiado pelo Ministério da Educação (MEC).

O grupo agradece aos alunos de graduação, inscritos no curso de Engenharia de Telecomunicações e em outros cursos da Engenharia da UFF, que participaram das oficinas e dos minicursos oferecidos pelo grupo, colaborando para a evolução dos mesmos.

O grupo agradece ao aluno ex-integrante Álvaro Fernandes de Abreu Justen, por ter iniciado as discussões sobre o uso do Arduino nas suas atividades dentro do grupo, assim como a todos os demais integrantes que, evoluindo seu trabalho original, colaboraram de alguma forma para a construção das oficinas, dos minicursos e do material didático apresentado nesse trabalho.

O grupo agradece ao professor Marcos Tadeu Von Lutzow Vidal, responsável pela manutenção da Rede de Computadores Telecom, onde é abrigado o *website* do PET-Tele.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **Website oficial.** Disponível em: <<http://arduino.cc>> Acesso em: 06 jun. 2014.

CELES, Waldemar; CERQUEIRA, Renato; RANGEL, José Lucas. Introdução a Estruturas de Dados. Editora Campus, 2004. 294 p, il.

FONSECA, E.G.P.; DE LA VEGA, A.S.. Tutorial sobre Introdução a Projetos Utilizando o Kit de Desenvolvimento Arduino. Anais: XXXIX - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Blumenau, SC, 2011.

KERNIGHAN, Brian W.; RITCHIE, Dennis M..*The C Programming Language*. 2nd edition. Prentice-Hall, 1988.

LaPEC. **Website oficial.** Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/delavega/LaPEC>> Acesso em: 06 jun. 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Apresentação – PET (Programa de Educação Tutorial).** Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480)> Acesso em: 06 jun. 2014.

PET-TELE. **PET - Engenharia de Telecomunicações da UFF.** Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/pet>> Acesso em: 06 jun. 2014.

DI RENNA, R.B.; CUNHA, T.E.B.; BRASIL, R.D.R.; PAIVA, L.M.; DE LA VEGA, A.S.. Projeto e Implantação de um Curso Piloto realizado pelo Grupo PET-Tele para alunos do Curso de Engenharia de Telecomunicações da UFF. Anais: XLII - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Juiz de Fora, MG, 2014. **Submetido.**

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ROBÓTICA. **Website oficial.** Disponível em: <[http://www.obr.org.br/?page\\_id=1790](http://www.obr.org.br/?page_id=1790)> Acesso em: 06 jun. 2014.

OXER, Jonathan; BLEMINGS, Hugh. **Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware.** New York: Springer, 2009. 445 p, il.

WIDMER, Neal S.; TOCCI, Ronald J. Tocci. *Sistemas Digitais - Princípios e Aplicações*. 11th edition. Prentice Hall, 2011.





## **DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIALS APPLIED TO THE ELECTIVE COURSE “SPECIAL TOPICS ON ELECTRONICS II: INTRODUCTION TO THE ARDUINO DEVELOPMENT KIT”**

***Abstract:** Sometimes, willing to provide a consistent technical training to the undergraduate students of engineering, the Universities neglect in writing academic materials, focusing only on the study and practice of the contents. The Tele-PET group from UFF aims to give a broader training for its members and one of the ways to achieve this goal is to develop activities that complement the work of the University. The main objective of this paper is to present some of the teaching materials produced by Tele-PET group, which are currently used as support material for courses taught by the group.*

***Key-words:** Development of teaching materials, Arduino, Programa de Educação Tutorial (PET), Inclusion in undergraduate qualification, Undergraduate education.*