

## EVOLUÇÃO DA PLATAFORMA DE INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL DEDICADA AO ENSINO DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

Thamiles Rodrigues de Melo <sup>1</sup>  
José Sérgio da Rocha Neto <sup>2</sup>  
Jaidilson Jó da Silva <sup>3</sup>

### RESUMO

Neste artigo, apresenta-se a evolução da plataforma de experimentos baseada em instrumentação virtual, denominada como “plataforma de instrumentação virtual”, que foi projetada e montada para as aulas práticas da disciplina “Instrumentação Eletrônica”, do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG. Uma análise comparativa foi realizada entre as 03 (três) versões da plataforma de instrumentação virtual, que foram obtidas no período de 2007 a 2019. Durante esse período, pode-se observar que as modificações feitas pelos alunos na plataforma foram positivas, contendo aperfeiçoamentos tanto na montagem de cada experimento como nos instrumentos virtuais propostos para o monitoramento e o controle do processo em estudo.

**Palavras-chave:** Plataforma de experimentos, Instrumentação virtual, Instrumentação eletrônica, Engenharia Elétrica.

### INTRODUÇÃO

A busca por um método de aprendizagem eficiente pode se tornar uma tarefa bastante complexa para a maioria dos docentes que lecionam disciplinas na área das Ciências Exatas, devido à grande quantidade de modelos, métodos e técnicas diferentes (PEÑA et al., 2018). Logo, a prática experimental na aprendizagem do discente em cursos dessa área é essencial, pois facilita a fixação do conteúdo e funciona como um poderoso meio catalisador na aquisição de novos conhecimentos. No campo da Engenharia Elétrica, várias ações tem sido conduzidas para incorporar as atividades experimentais nos processos de ensino, pesquisa e atualização profissional. Dentre essas ações, destaca-se o desenvolvimento e a implantação de plataformas de experimentos em um laboratório real adequado e devidamente equipado. Os laboratórios experimentais têm sido importantes aliados dos docentes e discentes, de forma a compor cenários mais realistas para a aplicação das técnicas de engenharia (MORAIS et al., 2014).

---

<sup>1</sup> Doutoranda do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [thamiles.melo@ee.ufcg.edu.br](mailto:thamiles.melo@ee.ufcg.edu.br);

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - DEE/UFCG, [zesergio@dee.ufcg.edu.br](mailto:zesergio@dee.ufcg.edu.br);

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - DEE/UFCG, [jaidilson@dee.ufcg.edu.br](mailto:jaidilson@dee.ufcg.edu.br).

Especificamente, o curso de graduação em Engenharia Elétrica, vinculado ao Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) do Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), foi criado em junho de 1963, sendo reconhecido através do Decreto nº 68.624 de 17/05/71. O curso tem a duração mínima de 09 (nove) e máxima de 16 (dezesesseis) períodos letivos, e de acordo com (DEE/UFCG, 2019):

O Engenheiro Eletricista é habilitado para exercer atividades profissionais referentes à geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica; equipamentos, materiais e máquinas elétricas; sistemas de medição e controles elétricos; materiais elétricos e eletrônicos; equipamentos eletrônicos em geral; sistemas de comunicação e telecomunicações; sistemas de medição e controle elétrico e eletrônico; análise de sistemas computacionais; seus serviços afins e correlatos.

Atualmente, existem quatro áreas de atuação no curso: Controle e Automação, Eletrônica, Eletrotécnica e Telecomunicações. Para formação profissional em Eletrônica e Controle e Automação, há como requisito a realização da disciplina “Instrumentação Eletrônica”. Nessa disciplina, tem-se como objetivo geral dar uma formação ao aluno sobre instrumentação eletrônica, sendo aplicados os conceitos teóricos na realização de experimentos que envolvam o uso adequado de instrumentos eletrônicos de medição e controle do tipo analógico e digital. Dentre os objetivos específicos, espera-se que o discente realize um conjunto de atividades em uma plataforma de experimentos, no qual relaciona os principais tópicos da disciplina: transdutores; amplificadores operacionais para instrumentação; caracterização de sensores; circuitos de condicionamento de sinais; sensores inteligentes; e técnicas de medição com instrumentação virtual.

Nesse contexto, o objeto neste artigo é apresentar a evolução da plataforma de experimentos baseada em instrumentação virtual, que é utilizada no ensino da disciplina Instrumentação Eletrônica do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG. Uma análise comparativa foi realizada entre as versões da plataforma de instrumentação virtual, desde do projeto até a configuração atual. Pode-se observar que as modificações feitas pelos alunos na plataforma foram positivas, e espera-se que as novas versões favoreçam uma participação mais ativa de todos os discentes durante o experimento.

## **METODOLOGIA**

Ao longo dos anos, a plataforma de instrumentação virtual sofreu modificações físicas e lógicas, para atender a demanda dos discentes durante as aulas práticas da disciplina. Essas

modificações foram definidas didaticamente em versões, nas quais foram realizadas principalmente por alunos que estavam fazendo projeto de iniciação científica (PIBIC), trabalho de conclusão de curso (TCC) ou estágio curricular supervisionado no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC) do DEE/CEEI/UFCG.

Neste trabalho, uma análise comparativa foi realizada entre as versões da plataforma de instrumentação virtual, que estão compreendidas no período de 2007 a 2019. Para isso, foram reunidos relatórios, documentos e artigos publicados sobre cada uma delas, sendo feita uma descrição resumida por versão e uma apresentação sobre as principais melhorias entre versões.

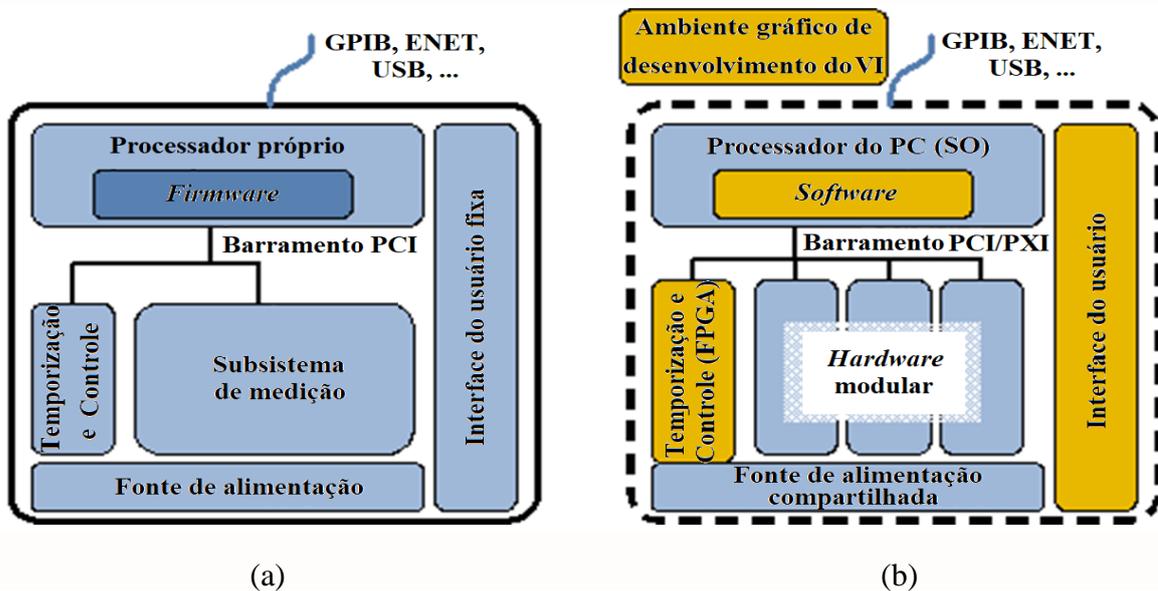
## DESENVOLVIMENTO

Um instrumento virtual (do inglês, *Virtual Instrument -VI*) é um computador equipado com *software* para usos de medição e controle (incluindo *drivers*, conversores A/D ou D/A, etc.), representando uma alternativa para instrumentos convencionais caros e projetados para desempenhar funções pré-definidas pelo fabricante. Os componentes básicos de um VI são: um computador pessoal (do inglês, *Personal Computer - PC*), para realização da medição (aquisição, processamento, armazenamento e apresentação dos dados medidos); e um componente de *software*, que define singularmente a funcionalidade e o formato do instrumento virtual (SMIESKO e KOVÁČ, 2004).

Para verificar as diferenças entre a composição de um instrumento convencional e um instrumento virtual, a arquitetura de ambos foi organizada em forma de blocos funcionais. Enquanto um instrumento convencional, representado na Fig. 1(a), tem o *firmware* embarcado definido pelo fabricante, o instrumento virtual, representado na Fig. 1(b), possibilita o usuário definir a funcionalidade do instrumento por meio do *software*. Desta forma, o instrumento virtual pode ser reconfigurado para uma variedade de tarefas diferentes ou atualizado conforme as necessidades evoluem (JEROME, 2010).

O uso de instrumentos virtuais apresenta uma série de vantagens e desvantagens no campo da instrumentação. Quanto às vantagens, um instrumento virtual caracteriza-se como um dispositivo com flexibilidade; baixo custo; representação atrativa dos resultados medidos e conectividade. Em relação às desvantagens, tem-se a limitação da capacidade do processador (dependendo das especificações do PC); vulnerabilidade às falhas de segurança e consumo de energia dos dispositivos conectados (NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, 2019).

Figura 1. Representação da arquitetura de um instrumento: (a) convencional; (b) virtual (Adaptado de: JEROME, 2010).



Dentre as ferramentas computacionais utilizadas para instrumentação virtual, tem-se destaque a plataforma LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*), que é um ambiente gráfico de programação, voltado para criação de aplicações customizadas para teste, medição ou controle, em áreas como ciência e engenharia. Criado em 1986 pelo fabricante *National Instruments (NI) Corporation*, a plataforma LabVIEW utiliza a linguagem de programação G, baseada na forma de fluxo de dados para desenvolvimento de instrumentos virtuais. Cada VI é composta por: um painel frontal, onde é simulado o painel físico do instrumento; e um diagrama de blocos, onde é feita a conexão dos blocos funcionais para implementar o instrumento (NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, 2013).

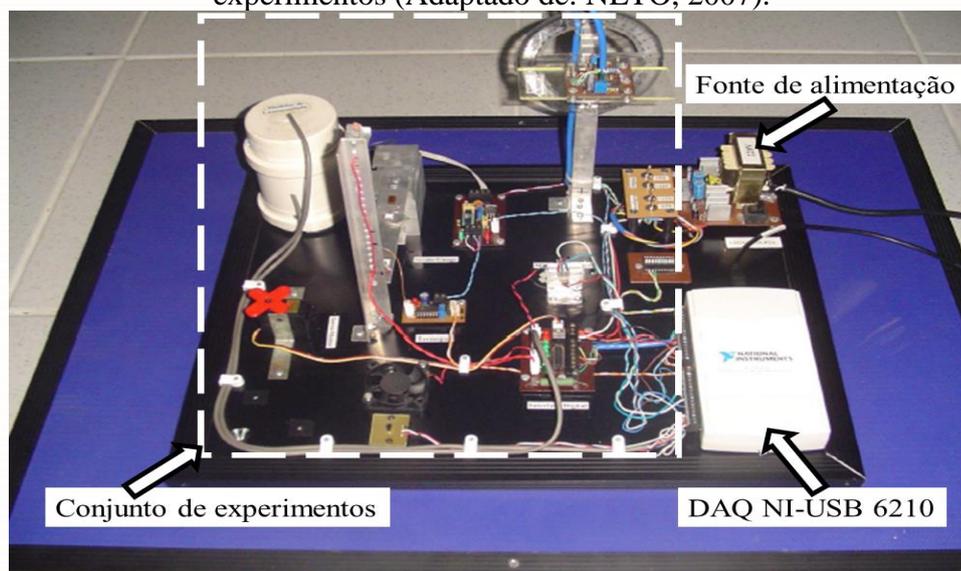
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde do projeto até a configuração atual, 03 (três) versões da plataforma de instrumentação virtual foram obtidas. Na primeira versão da plataforma, proposta por (NETO, 2007), a plataforma de experimentos era um sistema integrado, composto por: fonte de alimentação, dispositivo de aquisição de dados DAQ NI-USB 6210 e um conjunto de experimentos, conforme apresentado na Fig. 2.

Cada experimento apresentava uma estrutura física, associada à representação do fenômeno físico a ser estudado, e um circuito de condicionamento de sinais, para permitir a interligação dos sinais recebidos/enviados pela estrutura com os terminais de entrada e/ou saída

do tipo analógico e/ou digital do DAQ NI-USB 6210. Por sua vez, esse dispositivo era conectado via cabo USB para um PC, que executava um VI desenvolvido na plataforma LabVIEW, para fazer o monitoramento e o controle do processo.

Figura 2. Foto da 1ª versão da plataforma de instrumentação virtual, contendo todos os experimentos (Adaptado de: NETO, 2007).



No total, 06 (seis) experimentos foram propostos nessa versão de plataforma, como descritos no Quadro 1. Esses experimentos foram vinculados a uma página da Web, que foi criada para dar suporte à realização de atividades da disciplina.

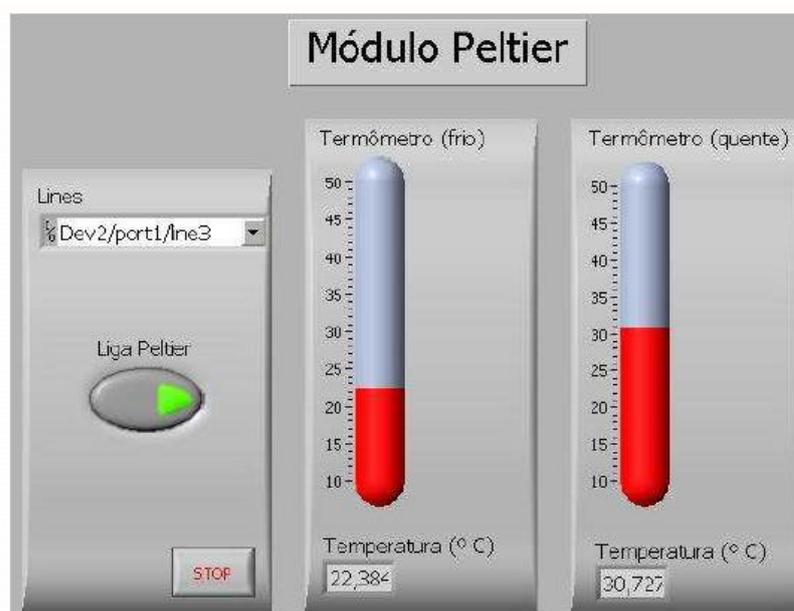
Quadro 1. Experimentos propostos na 1ª versão da plataforma de instrumentação virtual (Fonte: NETO, 2007).

Experimentos	Sensores/Atuadores	Objetivos
Experimento 1: Medição de inclinação.	Acelerômetro ADXL202.	Caracterizar o acelerômetro ADXL202 através de uma função polinomial, relacionando as tensões de saída do sensor nos eixos X e Y, com os ângulos de inclinação obtidos em um transferidor de 180°.
Experimento 2: Medição de luminosidade.	Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR).	Caracterizar o sensor LDR através de uma função polinomial, relacionando a tensão nos terminais do sensor com a luminosidade obtida no interior de uma câmara escura, confeccionada com um tubo de PVC.

Experimento 3: Medição de temperatura.	Sensor LM35/ Módulo de Peltier.	Observar o comportamento térmico do atuador módulo de Peltier, levantando sua curva característica a partir do sensor LM35; e encontrar as constantes de tempo de subida e descida, para os modos de aquecimento e resfriamento do atuador.
Experimento 4: Medição de deformação.	Extensômetro ( <i>Strain Gauge</i> ).	Medir a deformação em uma barra de alumínio, causada pela fixação de pesos na sua extremidade, e obter uma função polinomial que relacione a força aplicada na barra com a deformação ocasionada.
Experimento 5: Monitoramento cardíaco.	Eletrodos.	Monitorar a atividade elétrica do coração, a partir da visualização do sinal de eletrocardiograma (ECG).
Experimento 6: Controle de posicionamento.	Servomotor.	Definir a duração do pulso que determina o ângulo de posicionamento do eixo de um servomotor, a partir da aplicação de um sinal de modulação por pulso (do inglês, <i>Pulse Width Modulation - PWM</i> ).

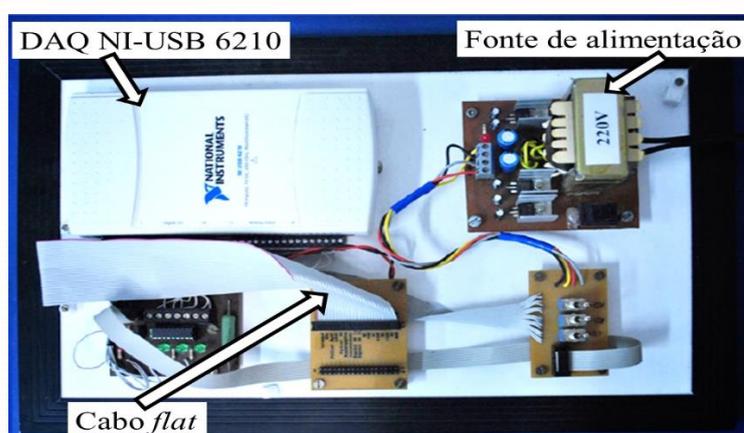
Na Fig. 3 pode ser observado o painel frontal de um dos VIs dos experimentos desenvolvidos nessa versão de plataforma.

Figura 3. Tela do VI proposto para o experimento 3 na 1ª versão de plataforma de instrumentação virtual (Fonte: NETO, 2007).

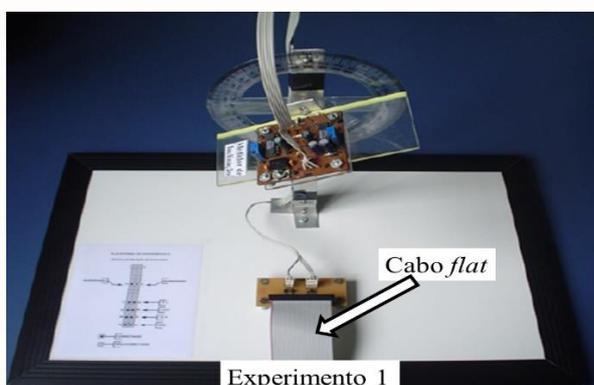


Na segunda versão da plataforma de instrumentação virtual, proposta por (OMENA, 2011), a plataforma de experimentos tornou-se um sistema desacoplado, no qual foi criado um conjunto de subsistemas, que teve como principal vantagem a possibilidade de executar os experimentos de forma independente. O subsistema 1 foi definido como aquele referente à fonte de alimentação e ao DAQ NI-USB 6210. Já os subsistemas 2, 3, 4 e 5 foram definidos, respectivamente, às estruturas físicas dos experimentos 1 a 4, conforme apresentado na Fig. 4.

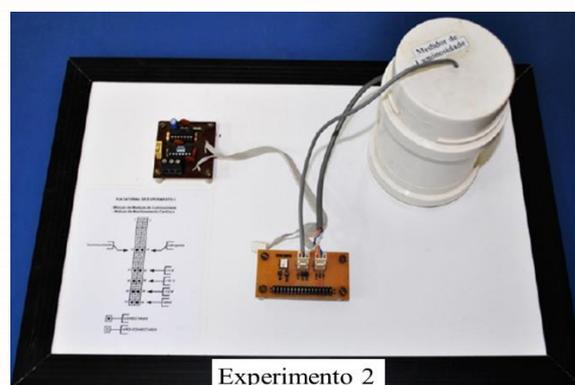
Figura 4. Foto dos subsistemas (a) 1; (b) 2; (c) 3; (d) 4; (e) 5 da 2ª versão da plataforma de instrumentação virtual (Adaptado de: OMENA, 2011).



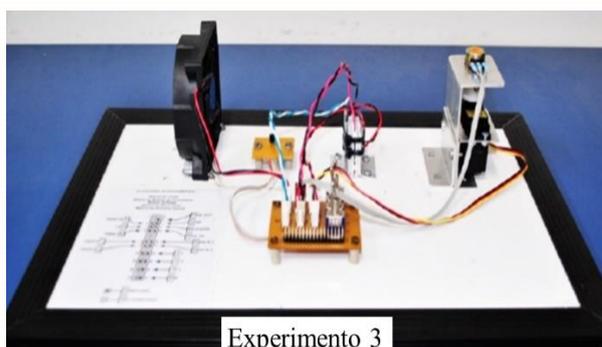
(a)



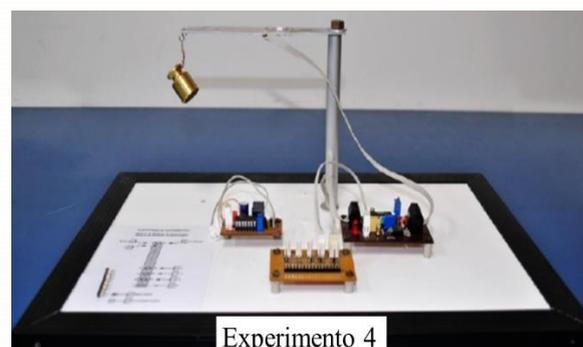
(b)



(c)



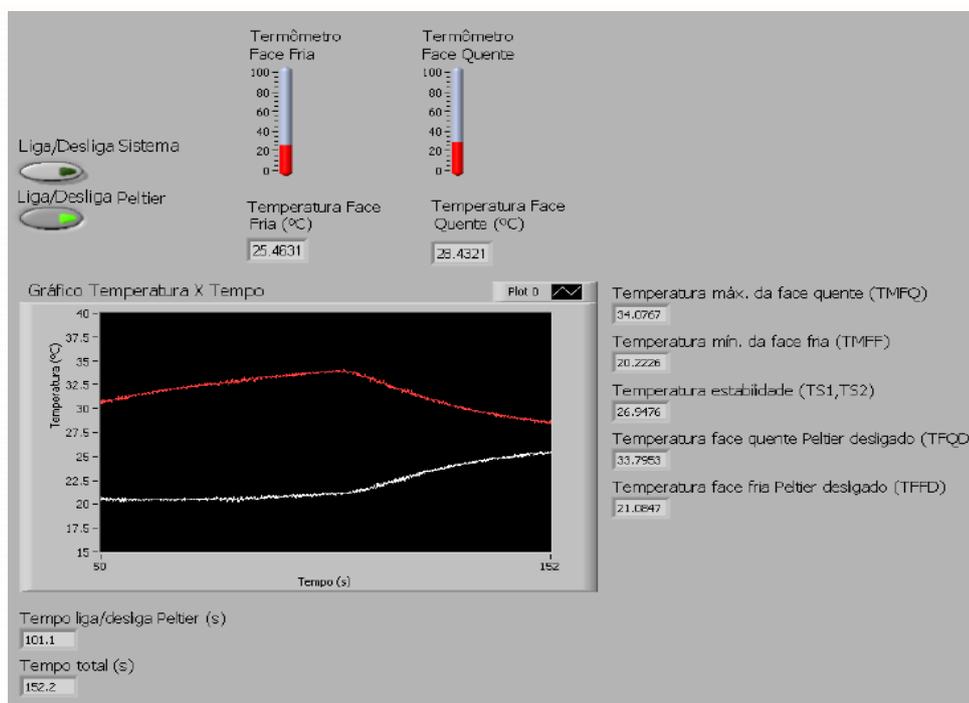
(d)



(e)

Nessa versão, cada experimento era realizado por meio da interligação via cabo *flat* do subsistema 1 com apenas um dos demais subsistemas, como indicado nas Figs. 4(a) e 4(b), dependendo do fenômeno físico em análise. A conexão do subsistema 1 com o PC foi mantida como na primeira versão, porém os VIs dos experimentos foram aperfeiçoados, contendo mais controles e indicadores do tipo booleano, numérico e/ou *string*, no intuito de fornecer maiores informações ao aluno sobre o processo em estudo, conforme exemplificado na Fig. 5.

Figura 5. Tela do VI proposto para o experimento 3 na 2ª versão de plataforma de instrumentação virtual (Fonte: OMENA, 2011).



Em relação os experimentos 5 e 6, não foram obtidos subsistemas para os mesmos, uma vez que caíram em desuso no laboratório. Dessa forma, novos experimentos foram propostos nessa versão para substituí-los, conforme descritos no Quadro 2.

Quadro 2. Experimentos propostos na 2ª versão da plataforma de instrumentação virtual.

Experimentos	Objetivos
Experimento remoto 1: Filtro passa-faixa ativo.	Obter a resposta em frequência em decibéis (dB) e definir a faixa de passagem do filtro.
Experimento remoto 2: Circuito detector de envoltória.	Verificar a envoltória positiva do sinal de entrada (tipo senoidal e modulado).
Experimento remoto 3: Retificador de meia onda e detector de nível médio.	Verificar o sinal retificado de entrada (tipo senoidal e quadrado) e obter o nível médio (DC) desse sinal.

O principal objetivo na execução dos novos experimentos era a identificação do circuito eletrônico, a partir dos sinais de entrada e saída. Esses sinais eram obtidos remotamente, utilizando um osciloscópio (*Agilent DSO5014A*) e um gerador de funções (*Agilent 33220A*) do fabricante *Agilent Technologies*. Ambos os equipamentos podiam ser acessados por meio de páginas da Web, vinculadas respectivamente ao endereço IP dos instrumentos, em uma rede local da UFCG. Na página, o painel frontal do equipamento era reproduzido de maneira idêntica ao painel físico, através do instrumento virtual previamente fornecido pelo fabricante. A imagem do gerador de funções utilizado em laboratório está ilustrada na Fig. 6.

Figura 6. Imagem do gerador de funções *Agilent 33220A*: (a) painel físico; (b) painel virtual disponibilizado pelo fabricante.



(a)



(b)

Na terceira versão da plataforma de instrumentação virtual, também designada como versão atual, tanto os experimentos 1 a 4 como os experimentos remotos 1 a 3 foram mantidos na disciplina, sem alterações físicas. Nessa versão, novas modificações foram feitas nos VIs desenvolvidos na plataforma LabVIEW, como apresentado na Fig. 7, de forma a separar os dados gravados pelas turmas de alunos em arquivos *.txt* distintos. Esse dados também podem ser obtidos na versão atual da página da Web da disciplina, conforme observado na Fig. 8.

Figura 7. Tela do VI proposto para o experimento 3 na atual versão de plataforma de instrumentação virtual.

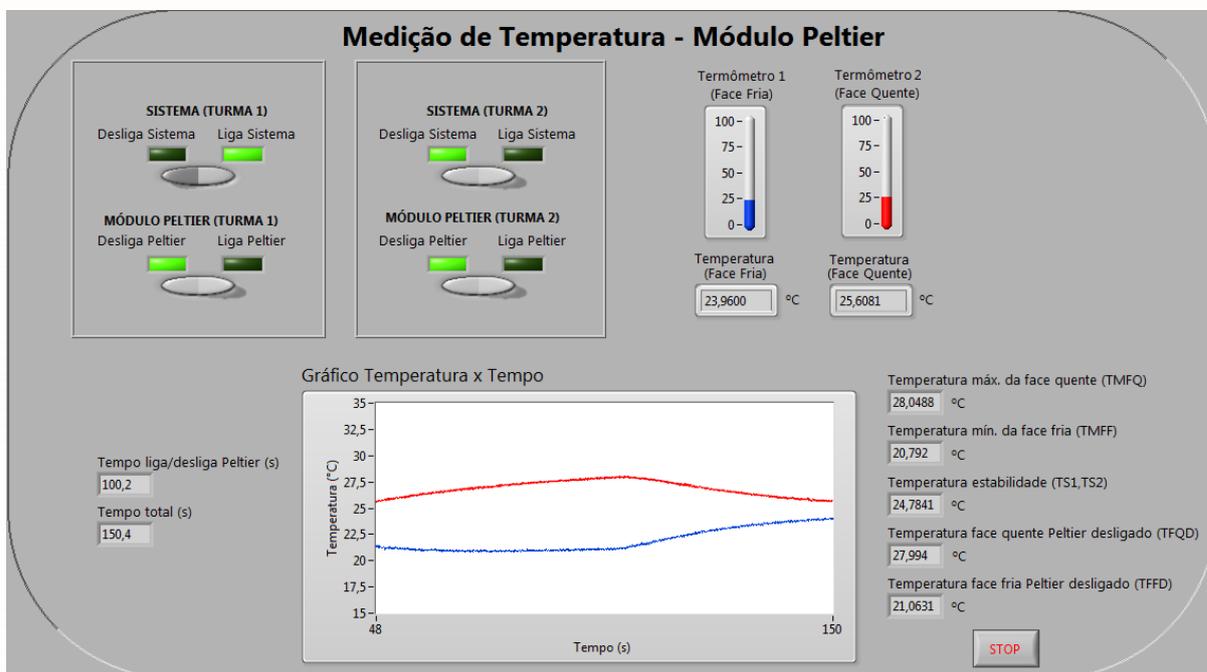


Figura 8. Tela da página da Web desenvolvida para a disciplina Instrumentação Eletrônica, contendo os links para os VIs dos experimentos e os arquivos de dados gravados pelas turmas.



Além disso, outros experimentos foram propostos para a plataforma de experimentos (OLIVEIRA, 2015), conforme descritos no Quadro 3.

Quadro 3. Experimentos propostos na versão atual da plataforma de instrumentação virtual.

Experimentos	Sensores/Atuadores	Objetivos
Experimento 7: Caracterização de sensores termo-resistivos.	Termistores <i>Negative Temperature Coefficient</i> (NTC) e <i>Positive Temperature Coefficient</i> (PTC).	Caracterizar os sensores NTC e PTC, traçando suas curvas características e obter uma função polinomial correspondente a cada curva.
Experimento 8: Caracterização de um sensor óptico.	Fotodiodo.	Caracterizar um fotodiodo por meio de sua resposta espectral.

Esses experimentos ainda não foram implantados na grade curricular da disciplina, porém as montagens já estão agregadas aos subsistemas existentes, bem como os VIs já foram elaborados na plataforma LabVIEW.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos documentos disponibilizados, pode-se tratar nesse estudo sobre a evolução da plataforma de instrumentação virtual no período de 2007 a 2019, sendo esta plataforma utilizada como principal ferramenta de apoio nas aulas práticas da disciplina Instrumentação Eletrônica, do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG.

Ao comparar as três versões de plataforma, pode-se observar que as modificações feitas foram positivas, obtendo-se um conjunto de subsistemas fisicamente desacoplados, com cada um deles referente a um experimento específico, que pode ser executado de forma independente. As melhorias nos VIs desenvolvidos na plataforma LabVIEW possibilitaram uma maior clareza aos alunos sobre o monitoramento e controle do processo em estudo.

Além disso, o aperfeiçoamento da página da Web da disciplina possibilitou o acesso ao arquivo de dados de medição, obtido na realização do experimento por cada uma das turmas de alunos; assim como facilitou o uso de instrumentos virtuais de diferentes fabricantes, para a medição e o acionamento remoto de equipamentos do laboratório.

Para as próximas versões da plataforma de instrumentação virtual, é sugerida a automatização dos experimentos 1 e 4, que necessitam de manipulação manual na estrutura física ao longo do teste; dificultando assim, a realização remota desses experimentos. Outra sugestão seria a replicação dos subsistemas, para favorecer que mais alunos executem o experimento, evitando a dispersão dos mesmos no decorrer das aulas.

## REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFCG (DEE/UFCG). Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG. 2019. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/dee.ufcg.edu.br/cgee/apresentacao>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

JEROME, J. *Virtual Instrumentation using LabVIEW*. India: PHI Learning Pvt. Ltd., 2010.

MORAIS, E. V.; OLIVEIRA, L. C. O.; OLIVEIRA, R. A. N.; BOVOLATO, L. F.; ORTEGA, A. V. Evolução dos laboratórios experimentais de engenharia elétrica: premissas para o ensino à distância e pesquisa corporativa. *Visão Universitária*, 1(1): 45-58, 2014. ISSN 1519-6402.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION. *Getting Started with LabVIEW (Manual)*. 2013. Disponível em: <<http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION. **Instrumentação Virtual**. 2019. Disponível em: <<http://www.ni.com/pt-br/innovations/white-papers/06/virtual-instrumentation.html>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

NETO, J. M. R. S. Desenvolvimento de uma Plataforma de Experimentos para a Disciplina de Sistemas de Aquisição de Dados e Interface. 2007. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

OLIVEIRA, D. R. S. ; SILVA, J. J. ; PERKUSICH, A. ; ROCHA NETO, J. S. da . Utilização da instrumentação virtual como ferramenta educacional no ensino de engenharia. In: XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2015, São Bernardo. ANAIS DO XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - COBENGE, 2015.

OMENA, R. A. L. V. Relatório de Estágio Supervisionado. 2011. 63 f. Estágio Supervisionado (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

PEÑA, J. R. Q.; OLIVEIRA, J. W. C.; NETO, M. L. C.; RODRIGUES, L. H. N. Metodologias ativas na educação de instrumentação eletrônica utilizando plataforma de instrumentação virtuais com base em LabVIEW e Elvis II. In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias/ Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância (CIET/EnPED), 2018, São Carlos. Anais do CIET:EnPED:2018. ISSN 2316-8722.

SMIESKO, V.; KOVÁČ, K. *Virtual Instrumentation and Distributed Measurement Systems*. *Journal of ELECTRICAL ENGINEERING*, 55 (1-2): 50-56, 2004. ISSN 1335-3632.