

## PROTÓTIPO PARA MEDIÇÃO DE VIBRAÇÕES DURANTE O TRANSPORTE DE PEQUENAS ENCOMENDAS

Luiz Otávio Veloso <sup>1</sup>  
Euder André Souza Melo <sup>2</sup>  
Jean Carlo Baeta Zebral <sup>3</sup>  
Tiago José Costa Pereira <sup>4</sup>  
Aline de Souza Miranda <sup>5</sup>  
Camila Mara de Paula <sup>6</sup>  
Kamilla Ferreira de Souza <sup>7</sup>  
Ronan Loschi Rodrigues Ferreira <sup>8</sup>

### RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protótipo para análise do transporte de pequenas encomendas. Para tanto o trabalho foi dividido em dois estudos, sendo o primeiro com foco no levantamento dos principais pontos a serem registrados e proposição de testes para o protótipo e o segundo visando o desenvolvimento do equipamento, de acordo com as necessidades levantadas, além do apoio aos testes e extração dos dados. Buscando registrar os dados considerados importantes na medição, o sistema foi desenvolvido com base em uma plataforma de prototipagem Arduino® Uno, um acelerômetro e giroscópio MPU-6050 para a detecção de movimentos, um leitor de cartão SD e um cartão SD para a gravação dos dados registrados assim como jumpers e bateria. Foi feito o envio do equipamento em uma empresa transportadora, e os dados foram analisados por meio de comparação entre o registrado pelo protótipo e o rastreamento da empresa. Os resultados experimentais são mostrados e confrontados com resultados esperados.

**Palavras-chave:** Arduino; Protótipo; Logística.

---

<sup>1</sup> Especialização em Docência do Ensino Superior UCAM E-mail: luizotavioveloso@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Controle e Automação Fasar E-mail: euderandre@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia de Controle e Automação Fasar E-mail: jcbzebral@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia de Controle e Automação Fasar E-mail: tiago.alternativa@hotmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia de Produção Fasar E-mail: alinemiranda2011@hotmail.com

<sup>6</sup> Graduando em Engenharia de Produção Fasar E-mail: camilamara\_depaula@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Graduando em Engenharia de Produção Fasar E-mail: kamillaferreira0@hotmail.com

<sup>8</sup> Mestre em Informática PUC Minas E-mail: ronan.loschi@gmail.com

## ABSTRACT

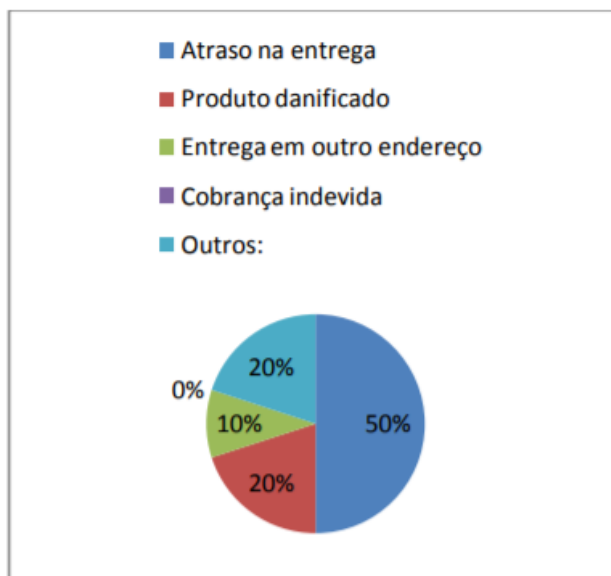
This paper presents the development of a prototype for the analysis of small parcel transport. For this, the work was divided into two studies, the first one focusing on the survey of the main points to be registered and proposing tests for the prototype and the second aiming the development of the equipment, according to the necessities raised, besides the support to the testing and data extraction. In order to record data considered important in measurement, the system was developed based on an Arduino® Uno prototyping platform, an MPU-6050 accelerometer and gyroscope for motion detection, an SD card reader and an SD card for recording data as well as jumpers and battery. The equipment was sent to a carrier, and the data were analyzed by means of a comparison between the registered by the prototype and the company tracking. The experimental results are shown and compared with expected results.

**Keywords:** Arduino; Prototype; Logistics.

## 1. INTRODUÇÃO

Os clientes estão mudando sua forma de adquirir produtos, aderindo à praticidade das compras feitas através do comércio eletrônico. ALBERTIN (2004) *apud* MINETTO (2014) afirma que “o comércio eletrônico é a realização de toda a cadeia de valor dos processos de negócio em um ambiente eletrônico, por meio da aplicação intensa das tecnologias de comunicação e de informação”. Uma questão importante quando se observa as vendas feitas por meio do comércio eletrônico é a logística no transporte de pequenas encomendas, visto que as compras são feitas geralmente pela internet e entregues na casa do consumidor, que espera também o conforto de receber o item em casa em perfeitas condições. Segundo uma das questões levantadas por MINETTO (2014) no questionário desenvolvido para avaliar a viabilidade de implantação de um comércio eletrônico, problemas relacionados à entrega somam 80% (oitenta por cento) das adversidades enfrentados por quem já teve problemas nessa modalidade de compra, conforme mostrado no Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 - Quais tipos de problemas ocorreram em compras pela Internet



Fonte: Minetto (2014)

No gráfico ainda pode-se observar que os problemas com atraso na entrega foram os mais citados, enquanto o segundo que mais aparece é de produtos danificados. Este item é geralmente causado por problemas durante o manuseio e transporte das mercadorias. BALLOW, Ronald H., 2007, p.171 apud Prado 2011 pondera que “o correto gerenciamento do manuseio e armazenagem é essencial. Produtos entregues com danos ou em volumes de difícil manuseio contribuem negativamente para a satisfação do cliente e, portanto, para que ele volte a comprar”.

Com tecnologias cada vez mais acessíveis de rastreamento de cargas e mercadorias, a grande maioria das transportadoras já oferece um acompanhamento de entrega, onde é possível avaliar por quais pontos de checagem a encomenda já passou gerando uma estimativa de entregas mais precisa e um melhor acompanhamento pelos consumidores do serviço. Quanto à forma como o produto é manuseado durante o transporte, não é comum que as empresas que prestam o serviço disponibilizem meios de acompanhamento que possibilitem a análise desse quesito. Vídeos divulgados em redes sociais mostrando produtos sendo tratados sem qualquer cuidado em grandes centros de distribuição de transportadoras são comuns e, juntamente com os argumentos listados anteriormente demonstram a necessidade de um equipamento que consiga avaliar o que acontece com os produtos durante o seu transporte. Esta pesquisa busca, através do desenvolvimento de um equipamento que registre a vibração em relação ao tempo,

desenvolver um método que possibilite detectar problemas na manipulação da encomenda pela transportadora, fazer o envio de uma encomenda com o dispositivo através de uma grande transportadora e, por fim, confrontar as informações com o rastreamento disponibilizado pela empresa a fim de descobrir se o equipamento de medição é eficaz. Por ser um trabalho multidisciplinar, a pesquisa foi dividida em dois estudos, o primeiro, denominado Estudo 1, tem como foco levantar as funcionalidades necessárias para o equipamento e realizar o teste de funcionamento. O segundo estudo, denominado Estudo 2, tem por finalidade a fabricação do equipamento conforme as necessidades levantadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### METODOLOGIA DO ESTUDO 1

O estudo 1 da forma que se propõe, realizou um levantamento bibliográfico, buscando informações sobre quais aspectos seriam importantes para a análise do transporte de uma pequena encomenda, propondo também reuniões para discussões com pesquisadores do estudo 2 para melhor entendimento sobre as possibilidades no desenvolvimento do equipamento de acordo com as necessidades. Os integrantes deste estudo também foram responsáveis por propor a forma como os testes seriam feitos. Dessa forma a metodologia pode ser definida conforme quadro abaixo:

Tabela 1 - Quadro metodológico

Tipo de Pesquisa			Características	
Quanto a natureza	Quanto a abordagem	Quanto aos fins da pesquisa	Quanto aos procedimentos	Tipos de instrumento
Básica	Quantitativa	Descritiva	Bibliográfica;	Fontes bibliográficas;

Fonte: Adaptado de (PRODANOV;FREITAS,2013)

### METODOLOGIA DO ESTUDO 2

Os pesquisadores do estudo 2 se propuseram a montar o protótipo conforme as necessidades levantadas pelo estudo 1, propondo reuniões para adequação do projeto quando necessário. Além do desenvolvimento do equipamento, este estudo também visou o apoio aos testes, assim como a conferência do equipamento e extração dos dados lidos no cartão SD para análise. A metodologia aplicada no Estudo 2 está demonstrada no quadro metodológico abaixo.

Tabela 2 - Quadro metodológico

Tipo de Pesquisa			Características	
Quanto a natureza	Quanto a abordagem	Quanto aos fins da pesquisa	Quanto aos procedimentos	Tipos de instrumento
Aplicada	Quantitativa	Experimental	Bibliográfica; Experimental,	Fontes bibliográficas; Protótipo.

Fonte: Adaptado de (PRODANOV;FREITAS,2013)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Levantamento de Necessidades

Após discussões promovidas no Estudo 1 chegou-se a conclusão que o protótipo deveria ser capaz de medir as vibrações às quais a encomenda esteve exposta, gravando apenas as mais significativa, uma vez que o transporte dentro de um veículo, mesmo bem acondicionado, poderia gerar vibrações que são normais no transporte de um pacote e, por isso, não havendo a necessidade de analisá-las. Os dados deveriam ser gravados em uma planilha eletrônica para facilitar a tabulação e posterior análise.

### Desenvolvimento do Equipamento

O estudo 2 buscou a melhor forma de desenvolver uma solução que estivesse de acordo com as necessidades levantadas no estudo 1, para isso o desenvolvimento do

equipamento se deu em 3 etapas sendo elas: a escolha dos componentes necessários à criação do protótipo, a montagem e programação do protótipo e a calibração para correta medição.

Foram escolhidos para a montagem do protótipo os componentes mostrados na tabela 3 com as respectivas aplicações:

Tabela 3 - Componentes do Protótipo

Componente	Aplicação
Arduino Uno R3	Controle, registro das medições de acordo com a calibração
Acelerômetro e Giroscópio MPU-6050	Captar a vibração a qual o equipamento é submetido
Leitor de Cartão SD e Cartão SD	Possibilitar a gravação dos dados registrados em uma planilha eletrônica
Bateria 12v	Manter o protótipo funcionando durante o tempo necessário para os testes
Jumpers	Possibilitar a ligação entre os componentes

Fonte: Do Autor

Após o equipamento montado foi desenvolvida a sua programação através do IDE Arduino ligando de forma lógica todos os componentes além de programar as leituras e gravações necessárias ao funcionamento. Com o protótipo montado e programado foram realizados testes de funcionamento em bancada, para avaliar se as funcionalidades estavam conforme programadas. Após aprovado nos testes de bancada o protótipo foi submetido ao processo de calibração que foi realizado com o transporte do equipamento em uma moto para a definição de qual seria o valor aceitável de vibração no transporte de uma pequena encomenda, sendo excluídos os valores que ficaram dentro das medições consideradas rotineiras no transporte.

### **Teste do Equipamento**

A parte final do estudo 1, e também da pesquisa foi a realização de testes, em que o equipamento foi enviado como encomenda em uma transportadora a fim de analisar se as leituras registradas seriam correspondentes aos dados de rastreamento

disponibilizados para o pacote. Na Figura 1 é mostrada a tela de rastreamento da encomenda.

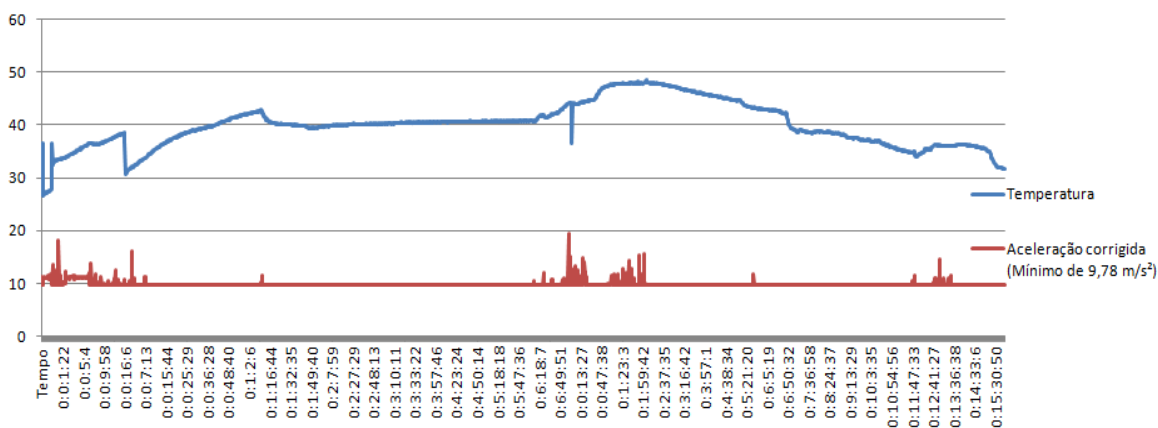
Figura 1 - Rastreamento disponibilizado pela transportadora

22/10/2015 15:53 Conselheiro Lafaiete / MG	<b>Objeto entregue ao destinatário</b>
21/10/2015 15:01 Conselheiro Lafaiete / MG	<b>Objeto aguardando retirada no endereço indicado</b> Para retirá-lo, é preciso informar o código do objeto. PRACA MANOEL LANCES, S/N - BUARQUE DE MACEDO - Centro Conselheiro Lafaiete / MG
21/10/2015 06:02 Barbacena / MG	<b>Objeto encaminhado</b> de Unidade de Distribuição em Barbacena / MG para Unidade de Distribuição em Conselheiro Lafaiete / MG
20/10/2015 17:06 Ouro Branco / MG	<b>Objeto encaminhado</b> de Agência em Ouro Branco / MG para Unidade de Distribuição em Barbacena / MG
20/10/2015 11:07 Ouro Branco / MG	<b>Objeto postado</b>

Fonte: do Autor

Os dados registrados pelo equipamento foram gravados em um cartão de memória em formato de planilha eletrônica, o que possibilitou gerar um gráfico dos registros de vibração e temperatura em relação ao tempo. O Gráfico 2 mostra as informações registradas na planilha.

Gráfico 2 - Dados registrados pelo equipamento



Fonte: do Autor

Confrontando os dados do rastreamento com os registrados pelo equipamento chegamos à comparação feita na tabela 4 abaixo:

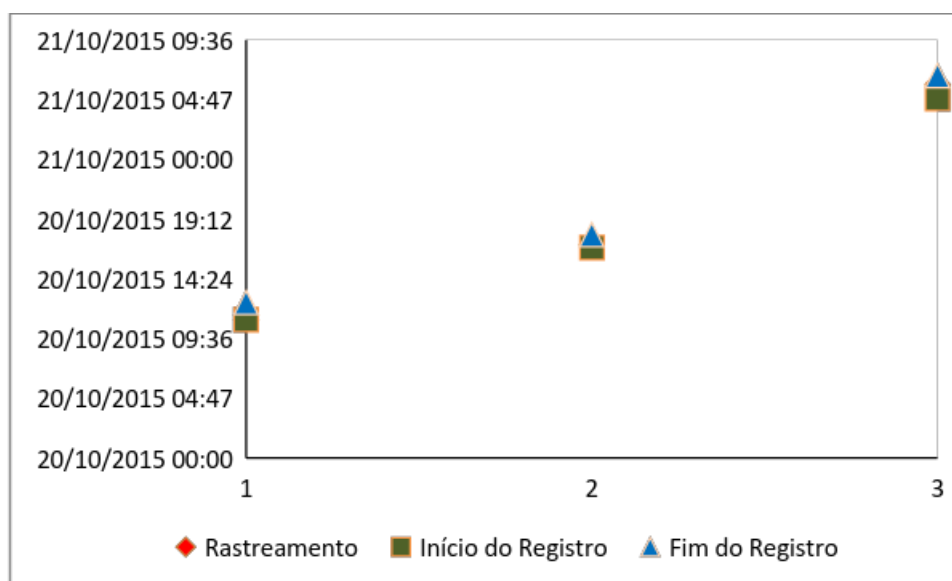
Tabela 4 - Comparativa Rastreamento x Equipamento

	Postagem	Encaminhamento	Encaminhamento
Registro do Rastreamento	20/10/2015 – 11:07	20/10/2015 - 17:06	21/10/2015 – 06:02
Registro do Equipamento	Entre 00:00 e 01:22	Entre 05:47 e 06:49	Entre 11:47 e 13:36

Fonte: do Autor

Considerando que o registro do equipamento é feito com base na última alteração considerável na leitura de vibração e que o microcontrolador não possui um relógio para registro exato da hora, podemos avaliar no gráfico 3 a proximidade entre o tempo em que o movimento foi registrado pelo equipamento, e os horários marcados como postagem, encaminhamento 1 e encaminhamento 2 conforme rastreamento da encomenda.

Gráfico 3 - Relação entre os valores registrados e o Rastreamento



Fonte: do Autor

Após realizados os testes e analisados os dados, concluiu-se que o equipamento é eficiente para avaliação das vibrações no transporte de pequenas encomendas.



## CONCLUSÃO

Um método para a análise do que acontece quando uma mercadoria é postada em uma transportadora se mostra cada vez mais importante devido ao aumento rápido do comércio eletrônico que demanda melhores condições de transporte, uma vez que o cliente compra por meio eletrônico e recebe o produto em casa, esperando um produto íntegro conforme foi postado pelo vendedor.

De acordo com as análises feitas durante a pesquisa, o estudo permitiu concluir que é possível criar um equipamento para a medição de movimentações em um pacote, visto que os dados de rastreamento fornecidos pela empresa transportadora puderam ser conferidos com os registros feitos pelo protótipo demonstrando que os principais registros foram feitos no momento em que a encomenda era manipulada. O confronto dos dados demonstrou que o desenvolvimento do protótipo alcançou os resultados esperados registrando de forma eficiente as informações propostas. Outra conclusão importante diz respeito à necessidade de melhorias na bateria de um possível produto final em relação ao protótipo, uma vez que não se pôde fazer a medição em todo o percurso ao qual o pacote foi submetido devido à bateria que descarregou antes do seu retorno para análise, fato este que não influenciou nos resultados da pesquisa que se limitou a avaliar as medições feitas pelo protótipo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZ, Massimo. Primeiros Passos Com o Arduino. São Paulo: Novatec, 2011.

Correios, Você de A a Z. Família SEDEX. Disponível em: <<http://www.correios.com.br/para-voce/correios-de-a-a-z/familia-sedex>>. Acesso em 29 de out 2015. 23h:17min.

MINETTO, Dionéia; ARENHART, Sandra Inês, KRAEMER, Márcia Adriana Dias. A VIABILIDADE DO COMÉRCIO ELETRÔNICO: UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA LUDWIG CALÇADOS E CIA LTDA. Revista FEMA Gestão e Controladoria (Ano 4. n.1). Disponível em: <<http://www.fema.com.br/sitenovo/wp->

content/uploads/2016/09/7%C2%AA-Edi%C3%A7%C3%A3o-%E2%80%93-VOL.4-N%C2%BA1-2014.pdf#page=27>

MONK, Simon. Programação com Arduino: Começando com Sketchs. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OLIVEIRA, André Schneider de, ANDRADE, Fernando Souza de. Sistemas Embarcados: Hardware e Firmware na Prática, 2.ed. São Paulo: Érica, 2014.

MEIRA, Luciano Lemos et al. Produção de Sentidos No Uso que se Faz de Gráficos. Estudos da Psicologia. 2007. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/250027303\\_Producao\\_de\\_sentidos\\_no\\_uso\\_que\\_se\\_faz\\_de\\_graficos](https://www.researchgate.net/publication/250027303_Producao_de_sentidos_no_uso_que_se_faz_de_graficos)>

PRADO, Áurea Letícia do; KAVA, Lucimara Gomes S.; CALLEGARI, Osvaldo M.; BARBOZA, Renato G.. Logística - Diagnóstico de Extravios e Avarias de mercadorias. VIII Convibra Administração. 2011. Disponível em:<[http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm\\_2712.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_2712.pdf)>

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do trabalho Científico:** Métodos e técnicas da pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.