

## ANÁLISE DE CUSTOS PARA DESENVOLVIMENTO/INSTALAÇÃO DE REDE LORA PARA MONITORAMENTO DE NÍVEIS DE TANQUES

EDUARDO COUTO DINARTE<sup>1</sup>, FRANCISCO JOSÉ COSTA ARAÚJO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Escola Politécnica de Pernambuco (POLI/UPE), Recife-PE, ecd@poli.br;

<sup>2</sup>Dr. em Engenharia de Produção, Prof. Adj. Classe IV Nível “C”, POLI/UPE, Recife-PE, francisco.araujo@upe.br;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
04 a 06 de outubro de 2022

**RESUMO:** A demanda para aquisição de dados no âmbito industrial tem se mostrado cada vez mais alta, sobretudo com o avanço da Indústria 4.0. Sistemas de coleta de dados nos quais equipamentos trocam mensagens começam a surgir em ambientes fabris. No entanto, o custo é um fator limitante para o uso dessa tecnologia em larga escala. O objetivo deste trabalho é estimar o custo de desenvolvimento e de implantação de um sistema de telemetria de níveis de tanques usando plataformas open-source, de forma que as lideranças industriais disponham dessa informação para discutir a implementação de soluções similares em suas plantas. Os custos de hardware, desenvolvimento de software, configuração, mão de obra, instalação e material elétrico foram mapeados a partir de entrevistas, relatórios de horas, propostas comerciais e notas fiscais. Os resultados mostraram uma estimativa de R\$ 33.410,40 (em preços de março de 2021).

**PALAVRAS-CHAVE:** IIoT, telemetria, valor, dashboard.

### **COST ANALYSIS FOR DEVELOPMENT/ INSTALLATION OF TANK LEVEL TELEMETRY SYSTEM USING LORA NETWORK**

**ABSTRACT:** The demand for data acquisition in industry has been growing, especially with the advance of Industry 4.0. Data collection systems where equipments exchanges messages are beginning to appear in manufacturing environments. However, cost is a limiting factor for the large-scale use of this technology. The objective of this paper is to estimate the cost of developing and deploying a tank level telemetry system using open-source platforms, so that industrial leaders have this information to start discussing the implementation of similar solutions in their plants. The costs of hardware, software development, configuration, labor, installation, and electrical material were mapped from interviews, time reports, commercial proposals, and invoices. The results showed an estimate of R\$ 33,410.40 (in March 2021 prices).

**KEYWORDS:** IIoT, telemetry, value, dashboard.

### **INTRODUÇÃO**

Há um aumento na demanda por aquisição de dados nas empresas, sobretudo, do ramo industrial. O termo *Indústria 4.0* tem sido utilizado para referenciar a quarta revolução industrial, marcada pela conectividade entre equipamentos. Termos como *Industrial Internet of Things* (IIoT) têm mostrado cada vez mais força na indústria. Embora, no Brasil, a quarta revolução industrial ainda não tenha alcançado sua completude, há demandas pontuais pela digitalização de dados obtidos no chão de fábrica. Para isso, é necessária a instalação de uma rede de comunicação. A depender da magnitude do fluxo de informações e da extensão desejada, o protocolo de comunicação, bem como a topologia da rede, são escolhidos. O custo é fator determinante para viabilizar a coleta. O objetivo principal deste trabalho é obter uma estimativa dos custos referentes ao desenvolvimento e instalação de um sistema de exibição de dados referentes aos níveis de tanques de uma empresa produtora de tintas, doravante denominada

empresa “A”. Como objetivos específicos, têm-se: identificar o custo do hardware necessário para implantar o sistema; estimar o custo e a quantidade de horas trabalhadas de cada colaborador; obter uma estimativa do custo de mão de obra necessário para desenvolver o sistema; estimar o custo de mão de obra necessário para implantar o sistema; obter uma estimativa do custo de material elétrico necessário para implantar o sistema; identificar o custo de mão de obra necessário para configuração do conjunto. A identificação do custo total do desenvolvimento e da implantação de um sistema, bem como a estratificação do montante com relação às atividades desenvolvidas fornece uma perspectiva inicial tanto do custo para implementação na sua planta quanto do custo para adaptação do sistema à uma realidade distinta da qual ele foi desenvolvido. De posse dessas informações é possível obter o custo de implementação de um sistema de telemetria de qualquer variável de processo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ferreira (2007) define custo sob 4 óticas diferentes: o recurso usado a fim de atingir um objetivo; o capital usado para projeto de produtos; valor entregue em troca de um bem e a diferença entre o preço de um produto e o lucro obtido com a venda deste. O ato de não dar a devida importância aos custos pode causar determinadas situações: não é possível determinar o lucro, mesmo que se saiba o preço de venda; existe a possibilidade de se manter a venda de um produto que não gera o lucro necessário; manutenção de custos derivados da estocagem de produtos de baixo lucro. A principal consequência da desatenção para com os custos é o desconhecimento do lucro. A falta dessa informação pode fazer com que se destinem recursos para a venda de produtos menos rentáveis. A recorrência de decisões como essa pode, a médio e longo prazo, afetar a estabilidade financeira da empresa. Moraes (2011) define custo como o valor monetário investido em produtos e serviços de forma que gerem capital. Junior (2012) mostra quatro categorias distintas de custos: fixos, que independem da quantidade de produto fabricado; variáveis, que variam de acordo com a quantidade de produto fabricado; diretos, que podem ser atribuídos a um produto; indiretos, que não podem ser diretamente atribuídos a um objeto. Sistema é definido como um elemento que produz saídas a partir de entradas. São citados exemplos de tecnologias utilizadas para gerir recursos, como os sistemas de gestão de informação (SGI). Um exemplo é o Enterprise Resource Planning (ERP), software de gestão que visa organizar e distribuir os recursos da empresa de forma que suas necessidades sejam atendidas. Segundo Silva, os computadores funcionam como sistemas que executam tarefas de forma sequencial. É possível estabelecer comunicação entre máquinas com capacidade de processamento a partir de dois elementos básicos: um meio físico e um protocolo de comunicação. O protocolo é a regra que organiza a transmissão de informação. As redes de computadores podem ser classificadas com respeito à sua abrangência. A Local Area Network (LAN) é uma rede com alcance de até 25 km. Teixeira & Almeida (2017) utilizam o termo *Low Power Wide Area Network* (LPWAN) para definir redes de grande abrangência e que consomem pouca energia e, por isso, devem possuir uma baixa taxa de transmissão. As redes *Long Range* (LoRa) estão contidas nessa classe. Cardoso (2020) apresenta os seguintes conceitos: LoRaWAN é a parte de comunicação, que utiliza LoRa como camada física; os endpoints são rádios que captam um sinal do processo transmitem para um gateway, que é o dispositivo responsável por enviar a transmissão para um servidor de rede. O sistema em análise consiste em uma rede LoRa, composta por um computador com processador Intel Core i5-8400, memória RAM com capacidade de 8GB e frequência 2666 MHz e 366 GB para armazenamento interno; um gateway modelo Femto Lite Indoor, fabricado pela Browan, cujas especificações podem ser obtidas no site do fabricante; um conjunto de 6 TXs modelo 411, rádio LoRa fabricado pela BottomUp Telemetry, utilizados como endpoints, e softwares utilizados para captar e tratar os dados obtidos. Estes foram desenvolvidos por uma associação entre o Instituto de Inovação Tecnológica (IIT/UPE) e uma empresa, doravante denominada empresa “B”. Foi utilizada a linguagem de programação Python. O computador utilizado foi obtido antes da concepção do projeto. Para estimar o custo dele, será feita uma pesquisa em três lojas e considerada a média aritmética entre o valor obtido em cada uma delas. Os custos dos outros componentes de hardware serão obtidos através de consulta a notas fiscais e a propostas comerciais dos distribuidores. Através de entrevistas com os executores filiados à empresa “B”; do FlowUp, ferramenta de gestão de projetos, e de entrevistas com executores da empresa “A”, serão obtidos o custo da hora e a carga horária de cada executor. A cada atividade será atribuída uma área (desenvolvimento ou implantação), executores e o valor total despendido para finalizá-la. Os endpoints funcionam a partir de uma bateria instalada no seu interior. Para garantir a continuidade da operação, optou-se por substituí-la por uma fonte 3.3 VDC (1 A). O custo referente ao

material elétrico necessário para efetuar a instalação desses equipamentos em campo será obtido mediante entrevistas com os executores filiados à empresa “A”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas a seguir detalham o custo do hardware utilizado no projeto. O custo do computador foi obtido a partir do site de lojas especializadas.

Tabela 1. Custo do Computador

Loja	Preço
Dell	R\$ 3.239,00
Kabum	R\$ 2.622,11
Lenovo	R\$ 2.969,99
<b>Total</b>	<b>R\$ 2.943,70</b>

Tabela 2. Custo de Hardware

Equipamento	Unidades	Custo
Computador	1	R\$ 2.853,70
Femto Lite Indoor Gateway	1	R\$ 1.829,29
TX 411	6	R\$ 234,85
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>R\$ 6.092,09</b>

A tabela que segue lista os executores do projeto com nomes fictícios, discriminando a empresa à qual são filiados e o cargo que nela ocupam.

Tabela 3. Lista de Executores

Nome	Empresa	Cargo
X	B	Estagiário B
Y	A	Estagiário A
Z	A	Desenvolvedor
W	B	Técnico Eletricista
V	A	Pesquisador
U	A	Engenheiro Mecatrônico
K	B	Engenheiro Eletricista

Com respeito aos custos de desenvolvimento e implantação, foi definido um conjunto de atividades que pode ser visto na tabela a seguir:

Tabela 4. Lista de Atividades

Área	Atividade	ID da Atividade	Cargo(s) do(s) Executor(es)
Desenvolvimento	Estudo da Tecnologia LoRa	1	Estagiário B
Desenvolvimento	Desenvolvimento do Software de Captura de Transmissões	2	Desenvolvedor
Desenvolvimento	Estudo da Tecnologia de Exibição de Dados	3	Estagiário B
Desenvolvimento	Desenvolvimento do Software de Tratamento de Dados	4	Estagiário B; Pesquisador
Implantação	Compra dos Equipamentos	5	Engenheiro Eletricista
Implantação	Instalação dos Equipamentos	6	Técnico Eletricista
Implantação	Configuração dos Equipamentos	7	Estagiário A; Estagiário B
Implantação	Integração da Captura de Transmissões com Banco de Dados na Nuvem	8	Estagiário B
Implantação	Desenvolvimento de Dashboard	9	Estagiário B

A tabela abaixo discrimina cada atividade com relação à área a qual ela pertence, estabelece qual o executor que irá efetuar-la, detalha o custo da hora, bem como o número de horas utilizadas por cada executor e, por fim, o custo total despendido para finalização da tarefa.

Tabela 5. Detalhamento das Atividades

Área	ID da Atividade	Cargo(s) do(s) Executor(es)	Custo por Hora	Número de Horas	Custo Total
Desenvolvimento	1	Estagiário B	R\$ 7,57	40	R\$ 302,80
Desenvolvimento	2	Desenvolvedor	R\$ 45,00	24	R\$ 1.080,00
Desenvolvimento	3	Estagiário B	R\$ 7,57	40	R\$ 302,80
Desenvolvimento	4	Estagiário B	R\$ 7,57	55	R\$ 416,35
Desenvolvimento	4	Pesquisador	R\$ 35,00	37	R\$ 1.295,00
Implantação	5	Engenheiro Eletricista	R\$ 100,00	36	R\$ 3.600,00
Implantação	6	Técnico Eletricista	R\$ 40,00	130	R\$ 5.200,00
Implantação	6	Engenheiro Eletricista	R\$ 40,00	130	R\$ 5.200,00
Implantação	7	Estagiário A	R\$ 15,00	30	R\$ 450,00
Implantação	7	Estagiário B	R\$ 7,57	30	R\$ 227,10
Implantação	8	Estagiário B	R\$ 7,57	10	R\$ 75,70
Implantação	9	Estagiário B	R\$ 7,57	45	R\$ 340,65
<b>Desenvolvimento</b>	<b>R\$ 3.396,95</b>	<b>Implantação</b>	<b>R\$ 15.093,45</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 18.490,40</b>

Há, ainda, o custo das fontes dos endpoints e do material para a instalação elétrica destes, nos respectivos valores de R\$ 40,00 e R\$ 2994,00 por unidade de equipamento, totalizando, para 5 equipamentos, R\$ 14.920,00. Assim, o custo final total para desenvolvimento e implantação do sistema foi de R\$ 33.410,40.

## CONCLUSÃO

A pesquisa feita em três lojas de informática para a obtenção do preço de um computador similar ao disponível da fábrica para implementação do sistema aliada a consultas a notas fiscais e ao setor comercial dos fornecedores dos equipamentos se mostrou uma estratégia rápida e efetiva para obter o custo de hardware necessário para implantação do sistema. A consulta ao apontamento de horas feito via FlowUp pelos executores filiados à empresa “B” se mostrou uma ferramenta eficiente para obter tanto o custo da mão de obra quanto o número de horas trabalhadas. O método de entrevistas abre margem para uma possível imprecisão com relação aos valores, tanto de custo de mão de obra quanto de carga horária, uma vez que depende de informações de outros. Assim, pode-se concluir que os objetivos específicos, bem como o geral, foram alcançados. Para trabalhos futuros, pode-se analisar o custo de migração de software para outras plataformas, como o Microsoft SQL Server e o Power BI, bem como o custo para ampliação do sistema (outras estações de telemetria).

## REFERÊNCIAS

- Ferreira, J. A. Custos Industriais - Uma ênfase gerencial. Editora STS, São Caetano do Sul, SP, 2007;
- Moraes, M. R. Q. Diferenças e semelhanças entre o custeio baseado em atividade e custeio baseado em atividade e tempo. Dissertação (Mestrado em Economia). Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2011;
- Junior, E. C. S. S. Gestão de Custos Industriais: Estudo de Caso em uma Empresa Produtora de Painéis de Madeira. Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012. Trabalho de conclusão de curso de Pós-Graduação em Administração;
- Silva, I. E. Informática Industrial, SENAI. Disponível em [https://teclog2.files.wordpress.com/2010/06/informatica-industrial\\_recurso\\_10945.pdf](https://teclog2.files.wordpress.com/2010/06/informatica-industrial_recurso_10945.pdf). Acesso em 07 de Agosto de 2022;
- Teixeira, G. B; Almeida, J. V. P. Rede LoRa e Protocolo LoRaWAN aplicados na Agricultura de Precisão no Brasil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Cardoso, F. M. L. C. Testes de Campo de Gateways LoRa para Aplicações em IoT. UniFBV/Wyden, Recife, PE, 2020. Trabalho de conclusão de curso.
- Browan. Femto Lite Indoor Gateway. Disponível em <https://www.browan.com/product/femto-lite/detail>. Acesso em 28 de Julho de 2022;
- Catálogo de Computadores Dell. Disponível em <https://www.dell.com/pt-br/shop/computadores-all-in-ones-e-workstations/novo-vostro-small-desktop/spd/vostro-3710-desktop/v3710w6505w?configurationid=bff5d30b-e3d1-4ecf-b5ca-4746d0f60ad0>. Acesso em 31 de Julho de 2022;
- Catálogo de Computadores Kabum. Disponível em <https://www.kabum.com.br/produto/337031/computador-facil-i5-10400f-8gb-ssd-240gb-geforce-gt-210-1gb-linux-17740>. Acesso em 31 de Julho de 2022;
- Catálogo de Computadores Lenovo. Disponível em [https://www.lenovo.com/br/pt/desktops-y-all-in-one/lenovo/lenovo-serie-v-sff/Lenovo-V50s/p/11HA0015BP\\_V50s](https://www.lenovo.com/br/pt/desktops-y-all-in-one/lenovo/lenovo-serie-v-sff/Lenovo-V50s/p/11HA0015BP_V50s). Acesso em 31 de Julho de 2022.