

# SISTEMA DE CONTROLE DE ALMOXERIFADO COM INTERNET DAS COISAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcelo Wegener Possamai<sup>1</sup>

Natasha Sophie Pereira<sup>2</sup>

Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA<sup>12</sup>

## RESUMO

O projeto desenvolveu um sistema para o controle de almoxarifado na LM Projotar Ltda., empresa do ramo da construção civil, buscando solucionar problemas comuns da gestão manual de estoques, como desperdícios, extravios e atrasos devido à falta de materiais essenciais. A pesquisa teve por objetivo a resolução combinada de conceitos de Engenharia de Requisitos, para atender às necessidades específicas da empresa, de Engenharia de Software, para garantir uma arquitetura robusta e fácil de manter e de Internet das Coisas (IoT), para coletar dados em tempo real sobre o consumo de materiais, através de sensores de peso integrados. A metodologia é composta inicialmente de pesquisas bibliográficas nas áreas de análise de sistemas de engenharia de Software, de IoT e de Design de Requisitos, para em seguida aplicar de forma prática o sistema de controle mais preciso das quantidades disponíveis de cimento e de argamassa. Os resultados demonstraram a redução de perdas e de desperdícios e a principal funcionalidade é o envio de alertas automáticos por SMS para reposição de insumos quando os estoques atingem valores pré-definidos, reduzindo atrasos nas compras. A conclusão é que a implementação prática demonstrou a eficácia, melhorando processos, otimizando a gestão de materiais e aumentando a eficiência logística para reduzir perdas, agilizar o planejamento e aprimorar a tomada de decisão gerencial, consolidando o sistema como uma solução eficiente e inovadora para os desafios da área.

**Palavras-chave:** Controle de Almoxarifado; Internet das Coisas; Engenharia de Software; Gestão de Materiais.

## INTRODUÇÃO

No setor da construção civil, o controle de insumos é sempre um desafio. A demanda das empresas por soluções tecnológicas que visam melhorar o controle do seu almoxarifado é crescente. Isto porque a organização influencia diretamente nos custos, no prazo de entrega e também na qualidade dos serviços prestados em uma obra civil. Empresas especializadas nesse ramo precisam cuidar com muita atenção de insumos como cimento, tijolos, ferragens, entre outros. É necessário evitar desperdícios e atrasos no andamento dos projetos. O estudo vai ao encontro de conceitos de Engenharia de Software para garantir soluções eficazes e sustentáveis (PRESSMAN; MAXIM, 2016; SOMMERVILLE, 2019). Como estudo de caso, a empresa **LM Projotar Ltda**, localizada em Anápolis/GO, atuante no ramo de construção civil enfrentava atrasos em suas obras devido à gestão inadequada dos insumos, realizada de forma manual, o que dificultava o monitoramento do estoque e resultava em perdas

---

<sup>1</sup> Engenheiro Civil. E-mail: marcelo.wegwerner@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora e Mestre em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente. Graduação em Sistemas de Informação. E-mail: natasha.sophie@unievangelica.edu.br

e desperdícios de materiais. Esses desafios evidenciaram a necessidade de um sistema informatizado que atendesse às demandas específicas da organização.

Apesar do método manual de controle ainda ser bastante comum, este possui várias limitações, principalmente no que diz respeito à precisão das informações e ao acompanhamento das movimentações do estoque. Este cenário reforça a importância de um levantamento de requisitos preciso para identificar e endereçar as reais necessidades do negócio (WIEGERS, BEATTY, 2013). Assim, este projeto teve como propósito o desenvolvimento de um sistema informatizado para ajudar no controle do almoxarifado de empresas de construção civil. O sistema notifica com antecedência a necessidade de reposições de itens básicos do estoque, auxiliando o planejamento de compras futuras.

O desenvolvimento do sistema utilizou conceitos específicos de Engenharia de Requisitos, Engenharia de Software e Internet das Coisas (IoT), possibilitando a aplicação de conhecimento teórico de referências consolidadas como Pressman e Maxim (2016) e Sommerville (2019) para Engenharia de Software, nos quais abordam práticas de modularização, coesão e baixo acoplamento, Wieggers e Beatty (2013) e Patton (2014) para Design de Requisitos onde são abordados conceitos de levantamento de requisitos e práticas como o envolvimento dos stakeholders, e Banzi e Shiloh (2016) e Monk (2018) para a implementação de sistemas embarcados e IoT, que abordam conceitos para hardware e conectividade do sistema.

O objetivo foi facilitar o dia a dia do almoxarifado, reduzindo perdas, aumentando a confiabilidade dos dados e promovendo maior agilidade no trabalho, contribuindo para o sucesso das obras e a satisfação dos clientes. Esses benefícios práticos resultam de um design centrado no usuário, conforme defendido por Norman (2018), em sua abordagem sobre usabilidade de sistemas. Como estudo de caso, o sistema foi aplicado na LM Projetar Ltda, empresa de construção civil em Anápolis/GO, que buscava superar limitações do controle manual de estoque, tais como a dificuldade de monitoramento. O público-alvo do projeto inclui empresas da construção civil que necessitam organizar e administrar seus almoxarifados, mas o sistema também pode ser aplicado em negócios de outros segmentos que demandem controle rigoroso de estoque para evitar perdas, desperdícios e atrasos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia é composta de levantamento bibliográfico em pesquisas abrangendo artigos relacionados a disciplinas abordadas em análise e desenvolvimento de sistemas, como: Engenharia de Software, Internet das Coisas (IoT) e Design de Requisitos. Foi realizada uma primeira reunião presencial entre a equipe de desenvolvimento e os sócios da empresa LM Projetar Ltda, na qual foram levantados os requisitos básicos para o projeto, assim como discutidas as formas de utilização do sistema pela maior parte da equipe, incluindo os colaboradores presentes em obra. Nesta reunião, foi possível esclarecer alguns requisitos fundamentais, como a necessidade de alertas prévios para a falta de materiais no estoque e a importância de ter uma solução prática para ajustar limites de compra de insumos. Após esta primeira reunião, foi agendada outra com a equipe de obra, integrando-a ao sistema e ao hardware implantados no canteiro de obras.

O desenvolvimento do sistema de controle de almoxarifado seguiu uma sequência de etapas práticas, combinando hardware e software para trazer mais automação e precisão ao processo. Segue as etapas de: i) levantamento de requisitos e necessidades da empresa; ii) análise e modelagem do sistema com a organização das informações, projeção de funcionamento, definições e integrações entre o software e os equipamentos; iii) Prototipagem e integração dos dispositivos IoT, com a utilização de placa de Arduino Mega para criar os primeiros protótipos e aplicar sensores de diferentes tipos como sensores de peso e para envio de alertas via SMS; iv) Desenvolvimento do sistema informatizado e programação; v) Testes integrados; vi) Capacitação da equipe e implantação; e vii) Avaliação e melhorias. O hardware foi composto por Arduino Mega, Placa de expansão Arduino MEGA, Led RGB, Tela Nextion touch, Módulo HX711, Sensor célula de carga tipo “S” e Módulo de Extensão Sem Fio para Arduino GPRS Board, SIM900A.

## **RESULTADOS**

A implantação do sistema resultou em diversos benefícios e otimizações para a gestão de almoxarifado da empresa, destacando a Gestão Eficiente de Materiais, através do monitoramento automatizado de estoque. Assim o sistema permitiu um controle mais preciso das quantidades disponíveis de cimento e argamassa em tempo real, reduzindo perdas e desperdícios, onde é possível monitorar a quantidade de material estimada versus o que está sendo utilizado in loco. Com emissão de alertas

automáticos via SMS sobre os níveis críticos de insumos houve uma agilidade na tomada de decisão, mitigando a necessidade do controle manual e os erros, facilitando compras e prevenindo atrasos nas obras devido à falta de materiais essenciais.

Como o projeto foi constituído de forma modularizada, tornou se apto a implantação não somente de empresas do ramo da construção civil, mas também quaisquer outras que tenham como parte de seu funcionamento o controle de estoque e insumos.

## **CONCLUSÃO**

O sistema desenvolvido alcançou o objetivo de automatizar o controle do almoxarifado, informando o momento certo para reposição de insumos e trazendo mais praticidade e eficiência logística ao dia a dia da obra. A solução atendeu às necessidades identificadas na fase de levantamento de requisitos, demonstrando ser eficiente para resolver problemas como atrasos na reposição e desperdícios de materiais. A aplicação de conceitos e fundamentos da Engenharia de Software, aliados às referências bibliográficas consultadas, foi essencial para a concepção e implementação do sistema. Durante o desenvolvimento, seguiu-se o princípio da modularização e da organização de código em bibliotecas dedicadas, como as criadas para o display Nextion e o módulo SIM900. Isso contribuiu para reduzir a complexidade do sistema, simplificar a manutenção e tornar o código reutilizável em projetos futuros. A separação de responsabilidades nas diferentes partes do sistema, como por exemplo: gerenciamento das balanças, envio de mensagens e interface do usuário, utilizou os conceitos de coesão e baixo acoplamento, promovendo uma arquitetura limpa e prática, alinhada às melhores práticas da Engenharia de Software.

Na integração com a Internet das Coisas (IoT), o sistema conectou o mundo físico ao digital, utilizando balanças e o módulo SIM900, além de sensores que coletaram, processaram e transmitiram dados em tempo real. As informações sobre o peso dos materiais foram analisadas e transformadas em notificações automáticas enviadas por SMS à equipe de administração do almoxarifado. Essa automação demonstrou a eficiência proporcionada pela IoT para resolver problemas práticos, tornando os processos mais dinâmicos e precisos. Em termos de Design de Requisitos, o projeto foi guiado por uma análise detalhada das necessidades específicas do almoxarifado e da

obra. Durante o levantamento de requisitos, buscou-se atender os desafios apontados pela empresa LM Projetar Ltda, como a reposição tardia de insumos e o desperdício de materiais. Projetou-se uma solução acessível, modular e adaptada às restrições de custo e às demandas práticas do ambiente de trabalho.

A participação da equipe e o apoio da empresa foram determinantes para garantir que o sistema fosse desenvolvido com base em demandas reais, o que aumentou sua aceitação e integração ao processo produtivo. Como resultado, a LM Projetar Ltda ficou mais organizada, reduziu paralisações nas obras e agilizou seus processos de trabalho. O sistema também promoveu o monitoramento preciso de insumos, como cimento e argamassa, o que contribuiu para minimizar desperdícios. Esses resultados refletem a importância de envolver os stakeholders no processo, um princípio central da Engenharia de Requisitos. Adicionalmente, o projeto integrou teoria e prática ao unir a programação de sistemas embarcados com a integração de hardware e software. Aplicaram-se práticas de planejamento e organização para entregar uma solução coerente e eficaz. A modularidade do sistema viabilizou sua futura evolução, permitindo a inclusão de novos sensores, o envio de dados para a nuvem via Wi-Fi e até mesmo sua integração com sistemas de gestão empresarial (ERP). Isso demonstra a necessidade de uma maior interação entre os times de desenvolvimento de softwares e diversos setores, especialmente no ramo da construção civil.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. Arduino: guia definitivo para iniciantes. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2016.

MONK, Simon. Programação Arduino: uma introdução para iniciantes. São Paulo: Novatec, 2018.

MONK, Simon. Programming Arduino: getting started with sketches. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2016.

NORMAN, Donald A. O design do dia a dia. Tradução: Renato Jorge Garcia. 1. ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2018. ISBN 978-8532530837.

PATTON, Jeff. User story mapping: discover the whole story, build the right product. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2014. ISBN 978-1491904909.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. Engenharia de software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de software. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

WIEGERS, Karl E.; BEATTY, Joy. Software requirements. 3. ed. Redmond: Microsoft Press, 2013. ISBN 978-073567966