

BENTHAM OBRAS MOBILE: UM APLICATIVO DE GESTÃO INTELIGENTE PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

BENTHAM OBRAS MOBILE: AN INTELLIGENT MANAGEMENT APPLICATION FOR CIVIL CONSTRUCTION

Iesus Batista da Silva*
Prof. Dr. Reinaldo Bezerra Braga*

RESUMO

Atualmente, o gerenciamento de obras é o principal desafio para as empresas de engenharia civil, principalmente devido ao grande número de informações coletadas diariamente. Paralelamente, a adoção de recursos em papel no processo de gerenciamento aumenta as chances de obtenção de resultados ineficientes. Além disso, é importante se preocupar com aspectos ambientais, onde cada construção deve ser o menos prejudicial à natureza possível. Nesse contexto, este artigo apresenta o Bentham Obras Mobile, um aplicativo que fornece funcionalidades que auxiliam vários processos de gerenciamento, como monitoramento financeiro, cronograma de trabalho, controle de execução de tarefas e cumprimento de contratos. Como resultados, este artigo apresenta o Bentham Obras Mobile juntamente com suas funcionalidades e algumas telas que retratam o aplicativo móvel. Deste modo, comparando com outros aplicativos já presentes no mercado, observamos que o Bentham Obras Mobile disponibiliza um maior suporte desde o planejamento da obra até sua execução.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Aplicativos Mobile. Construção Civil.

ABSTRACT

Nowadays, construction management is the main challenge for civil engineering companies, mainly due to the large amount of information collected daily. At the same time, the adoption of paper resources in the management process increases the chances of obtaining inefficient results. In addition, it is important to be concerned with environmental aspects, where each construction must be the least harmful to nature as possible. In this context, this article presents Bentham Obras Mobile, a mobile application that provides functionalities that assist in various management processes, such as financial monitoring, work schedule, task execution control and contract compliance. The results of this article present Bentham Obras Mobile, its functionalities

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, iesus.batista.silva06@aluno.ifce.edu.br

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, reinaldo@lar.ifce.edu.br

and some screens of the mobile application. In this way, it can be seen with the comparison with other applications in the market that Bentham Obras Mobile offers greater support from the planning of the work to its execution.

Keywords: Industry 4.0. Mobile applications. Construction.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o surgimento e evolução das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) vários setores sociais e industriais estão passando por um processo de modernização. Nesse contexto, a TDIC vêm desempenhando um importante papel na medida em que fornecem um conjunto de recursos tecnológicos que podem ser utilizados para o desenvolvimento de aplicações Web e Mobile, as quais podem automatizar e otimizar o gerenciamento de grande volume de dados.

Educação, saúde, segurança, esporte/lazer e infraestrutura são exemplos de áreas que a TDIC pode atuar. O trabalho de Pereira e Silva enfatiza que a aplicação dessas tecnologias no meio social pode ser benéfica, gerando bem-estar, crescimento econômico e melhoria na qualidade de vida e serviços (PEREIRA; SILVA, 2010).

Além disso, existe a Indústria 4.0, que remete às altas taxas de inovação e integração com novas tecnologias no setor industrial (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). Esse termo surgiu na Alemanha como uma proposta para o desenvolvimento de uma nova ideia de política econômica baseada em estratégias de alta tecnologia. O conceito desse termo é baseado em tecnologias como sistemas ciber-físicos e Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT).

A Confederação Nacional da Indústria (CNI)⁰ afirma que a tecnologia aplicada ao processo produtivo e à gestão dos negócios é um trunfo na busca pela produtividade. Em matéria publicada pela Confederação, foi apresentado um estudo de caso no qual uma empresa multinacional obteve redução de 40% em seus custos de manutenção e ganhou até 10% de eficiência em seu maquinário após aplicar conceitos da Indústria 4.0 em seus processos produtivos (CNI, 2018). Portanto, vista a importância e os benefícios da Indústria 4.0, quanto mais setores estiverem integrados com o conceito, melhores serão os produtos e serviços ofertados.

A área de Infraestrutura, mais especificamente de Construção Civil, tem um grande impacto sobre diversos setores sociais. Por meio dessa área, todos os anos são construídas universidades, escolas, hospitais, prédios governamentais, empresas, conjuntos habitacionais, residências, viadutos, dentre outros. Assim, percebe-se que a Construção Civil pode beneficiar diversas áreas como educação, saúde e segurança ao fornecer a infraestrutura adequada para a realização de suas atividades. Embora seja um setor de grande impacto, a Construção Civil, bem como boa parte do setor industrial brasileiro, ainda está aquém da Indústria 4.0 (CNI, 2018; Confederação Nacional de Indústria, 2018). Processos administrativos e gerenciais como a gestão de obras, materiais, equipamentos, contratos, controle de qualidade e financeiro, muitas

⁰ <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

vezes são registrados em formulários de papel, o que, além de ser um inconveniente do ponto de vista ambiental, também se mostra desvantajoso do ponto de vista operacional, já que o uso de sistemas informatizados é bem mais eficiente. Neste contexto, alguns aplicativos foram propostos e analisados, tais como, *Construct App*, *Buildertrend* e o *SiMaApp*.

O *Construct App* é um aplicativo de gestão de projetos para construção civil, acompanhando as atividades no canteiro de obras até o suporte para a área de engenharia e arquitetura (CONSTRUCTAPP, 2017). O *Buildertrend* é uma aplicação mobile que gerencia as tarefas realizadas ou pendentes na obra, atribuindo tarefas e agendando-as e monitorando a gestão financeira das atividades (BUILDERTREND, 2006). Já o *SiMaApp* oferece informações como: programação de projetos e tarefas para as equipes; desenhos do projeto; inventário de componentes e materiais; relatórios do andamento da construção.

Assim, dada a importância da Construção Civil para a sociedade e os benefícios provindos da integração do setor com a TDIC e a Indústria 4.0, bem como a necessidade de uma nova tecnologia que atendesse questões ainda não resolvidas, este artigo apresenta o **Bentham Obras Mobile, um aplicativo de gestão inteligente para a construção civil**.

O Bentham Obras Mobile dá suporte a diversos processos administrativos e gerenciais, tais como acompanhamento financeiro, controle de execução e cumprimento de contratos, acompanhamento de cronogramas e acompanhamento de não conformidades. É de suma importância salientar que o Bentham Obras Mobile faz parte de um sistema web mais completo e robusto, o Bentham Obras (Web) é capaz de gerar inúmeros tipos de relatórios gerenciais e gráficos, exibindo uma série de visões de forma clara e intuitiva, otimizando o processo de tomada de decisão dos diversos atores de uma obra, como engenheiros, empresas contratadas, contratante, supervisores, administradores, técnicos e coordenadores.

O Bentham Obras em sua versão web e mobile foi implantado na Quanta Consultoria Ltda após alcançar uma versão estável. Como primeira utilização comercial, o sistema foi utilizado para gerir um contrato da empresa licitado pela Secretaria Municipal do Amazonas para a supervisão de obras de construção de 4 escolas, no Projeto de Expansão e Melhoria Educacional da Rede Pública Municipal de Manaus (PROEMEM). O sistema está em operação no contexto desse projeto desde novembro de 2018.

O desenvolvimento do Bentham Obras Mobile foi fomentado por meio de uma parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII)¹. A solução foi desenvolvida pelo Laboratório de Redes de Computadores e Sistemas (LAR) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), a partir da demanda da Quanta Consultoria Ltda, uma empresa com atuação a nível nacional e internacional que opera nas áreas de consultoria, engenharia e planejamento urbano (Quanta Consultoria, 2005).

Com isso, este artigo compara o *Construct App*, *Buildertrend* e o *SiMaApp* com o Bentham Obras Mobile para comprovar que o aplicativo desenvolvido auxilia no processo de gerenciamento de uma obra de forma eficaz, perante os outros aplicativos analisados. Isso

¹ <https://embrapii.org.br>

demonstra que o Bentham Obras Mobile é capaz de oferecer um maior grau de precisão nos processos gerenciais das obras, que vão desde um melhor controle sobre os gastos com mão de obra e materiais até um controle centralizado sobre qualidade de serviços.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica; a Seção 3 os trabalhos relacionados; a Seção 4 a proposta do aplicativo desenvolvido, junto com a arquitetura e os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do sistema; na Seção 5 são expostos os resultados e discussões, apresentando as principais funcionalidades do sistema proposto; e, por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o advento dos smartphones, diversas atividades que eram feitas com vários materiais foram simplificadas. Com isso, a adesão desses dispositivos foi rápida por grande parte da população mundial. De acordo com o estudo da revista digital Exame, o uso de smartphones no mundo aumenta 15 vezes por ano (SOUSA, 2019). São inúmeras as atividades feitas com os smartphones, elas vão desde atividades diárias e pessoais até o uso na indústria. Em estudos recentes realizados pelas duas maiores agências especializadas em mídias sociais, a *We Are Social* e *Hootsuite*, os resultados demonstram que 60% dos brasileiros usam os smartphones como a principal fonte de conexão com a internet (We Are Social Inc., 2019).

2.1 O Mercado de Aplicativos

De acordo com o relatório *Global App Trends 2019*, o Brasil é o segundo maior consumidor de aplicativos (apps) do mundo (Adjust, 2019). O mercado de apps no mundo tem foco diversificado. O mesmo estudo mostra que os apps que tiveram maior crescimento no ano de 2018 foram: jogos, táxi e similares, vídeo e *streaming*, namoro, compras, comunicação, dentre outros.

Esse cenário promissor fez com que os setores da indústria se beneficiassem em diversos aspectos, que vão desde processos gerenciais até notificações e centralização de atividades. Com os aplicativos, os setores da Indústria 4.0 podem ter uma economia considerável de recursos, tais como os recursos humanos. Além disso, esse setor acaba tendo uma maior visibilidade por parte de seus clientes e uma maior proximidade entre ambos.

2.2 Aplicativos na Construção Civil

Com tudo que foi exposto, pode-se observar que o uso de dispositivos móveis tem mudado a forma como as pessoas interagem entre si e com as empresas ao redor. Uma área que pode ser beneficiada com os aplicativos é a construção civil, um dos mais importantes setores para a economia do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em janeiro de 2020 cerca de 6,7 milhões de pessoas estavam trabalhando nessa área. Além disso, a construção civil movimentou aproximadamente 1,1 trilhão de reais por ano (IBGE, 2019).

Nessa a área, a modernização já é uma realidade com o uso de *tablets*, maquinários autônomos, drones no canteiro de obras e sistemas de monitoramento. Logo, os aplicativos móveis são uma boa solução para contribuir em obras sustentáveis e de impacto significativo, além de oferecer mobilidade e segurança. Um ponto chave para o uso de aplicativos nessa área é a sustentabilidade, o número de papel utilizado é reduzido de forma que se tenha o melhor uso desse recurso. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o Brasil chega a desperdiçar cerca de 200 milhões de folhas de papel por ano (Ministério do Meio Ambiente, 2019). Esse cenário mostra uma grande importância para o uso dessas tecnologias na Construção Civil, tanto pelo grande poder de mobilidade que os smartphones e os aplicativos trouxeram para a sociedade, quanto pela diminuição do tempo gasto com operações de gestão de recursos e o tempo com reuniões, pois o acompanhamento pode ser feito praticamente em tempo real, visto que as informações circulam com maior velocidade entre os usuários desses dispositivos.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Como já citado, os benefícios dos aplicativos direcionados à construção civil são notáveis, uma vez que facilitam uma série de processos. Para realizar uma análise comparativa com o sistema proposto neste artigo, o Bentham Obras Mobile, três aplicativos similares foram escolhidos, os filtros para essa escolha foram as semelhanças com as funcionalidades. Os aplicativos selecionados foram o *Construct App*, *Buildertrend* e o *SiMaApp*. O pequeno número de aplicativos comparados com o Bentham Obras Mobile deriva da escassez de aplicativos direcionados para essa área, esse cenário torna um ponto forte para o aplicativo proposto, visto que o Bentham Obras Mobile pode desbravar o gerenciamento de obras por esse novo método.

3.1 *Construct App*

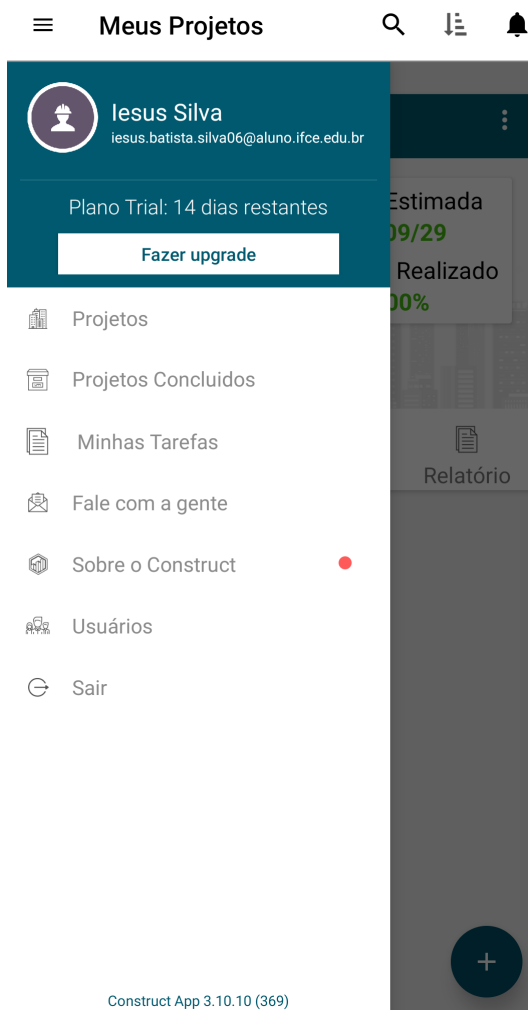
De acordo com o estudo desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Uso prático do aplicativo construct-app: Um estudo de caso. O *Construct App* ilustrado na Figura 1 é um aplicativo de comunicação, colaboração entre equipes e gestão de tarefas em projetos de construção civil. Ele possibilita que os profissionais envolvidos no projeto se comuniquem eficientemente, centralizando a troca de informações e a documentação em um único sistema (RIBEIRO, 2019). Pelo *Construct App* é possível trocar mensagens e imagens, criar galerias de fotos e acompanhar as obras pelo celular ou computador, além de gerar relatórios de forma eficiente e compartilhar com a equipe os dados mais atuais do projeto.

3.2 *Buildertrend*

Segundo o estudo desenvolvido pela *California Polytechnic University San Luis Obispo*, *Impact of the BuilderTrend Project Management Software on a Small Scale Residential Building Firm*, o *Buildertrend*, ilustrado na Figura 2, engloba cinco categorias, que são: vendas, gerencia-

mento de projetos, compartilhamento de arquivos, mensagens e finanças. A plataforma agiliza todo o processo da obra, da pré-venda à execução do projeto e melhora a experiência geral do cliente (PHAM, 2016). Apesar de ter diversas funcionalidades, o *Buildertrend* limita o uso de algumas delas, o usuário necessita pagar para ter o acesso completo das funcionalidades.

Figura 1 – Menu principal do *Construct App*.

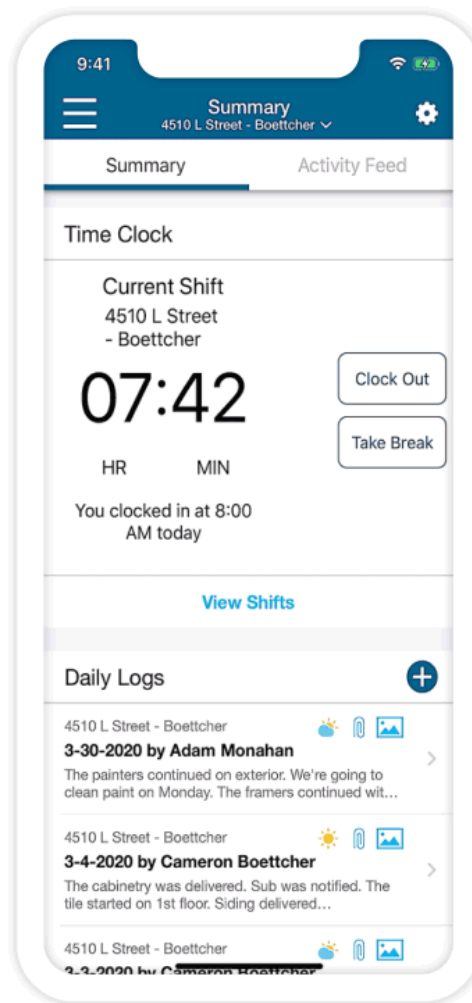


Fonte: (RIBEIRO, 2019)

3.3 *SiMaApp*

Por fim, no estudo desenvolvido pela *University of Bozen-Bolzano* no ano de 2017, *Mobile Application for Collaborative Scheduling and Monitoring of Construction Works According to Lean Construction Methods*, o *SiMaApp* utiliza os métodos de *Building Information Modelling* (BIM). Esses métodos fornecem aos profissionais de arquitetura, engenharia e construção uma ampla visão para planejar, projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestrutura com mais eficiência. O *SiMaApp* oferece informações como: programação de projetos e tarefas para as equipes; desenhos do projeto; inventário de componentes e materiais; relatórios do andamento da construção; alertas e notificações para informar sobre qualquer problema ocorrido no local ou

Figura 2 – Tela de *Summary* do *Buildertrend*.



Fonte: (BUILDERTREND, 2006)

sobre desvios no andamento da construção.

Figura 3 – Tela de *Workflow* do *SiMaApp*.

The screenshot shows the 'Workflow' screen in the SiMaApp. The top navigation bar is green and contains the text 'Programming > Scheduling > Workflow'. Below this, there is a search bar with 'Concrete Standard Slab' and a location filter 'Location: BDLG1>F0>U1'. The main area is a Gantt chart for 'CW 1' showing tasks across a timeline from Monday (01/01) to Saturday (06/01). The tasks are: 'Concrete Formworks' (Mon 01/01, Tue 02/01, Wed 03/01), 'Reinforcement Preparation' (Tue 02/01), and 'Service Installation' (Thu 04/01, Fri 05/01). A bottom navigation bar contains icons for user profile, document, calendar, and other functions.

CW 1					
Mon 01/01	Tue 02/01	Wed 03/01	Thu 04/01	Fri 05/01	Sat 06/01
Concrete Formworks	Concrete Formworks	Concrete Formworks	Service Installation	Service Installation	
Steel Test Approval	Reinforcement Preparation				

Fonte: (RATAJCZAK, 2017)

3.4 Comparação entre os Trabalhos

Assim, as funcionalidades do Bentham Obras Mobile comparadas com as dos demais aplicativos foram: Diário de Obras, que é responsável por registrar as tarefas, materiais e serviços da obra; Não Conformidade (que organiza os documentos de auditoria, falhas na execução de atividades e fotos); registro de documento fotográfico, que é um dos componentes de Não Conformidade; Localização, outro componente de Não Conformidade que mostra onde está a falha na obra; e *Offline*, se o aplicativo pode ser usado sem acesso à internet.

O detalhamento da comparação é ilustrada no Quadro 1. Assim, percebe-se que o Bentham Obras oferece maior suporte à construção civil, pois reúne as principais funcionalidades em um único sistema.

Quadro 1 - Comparação das Funcionalidades.

	Construct App	Buildertrend	SiMaApp	Bentham Obras Mobile
Diário de Obras	✓	✓		✓
Não Conformidade		✓	✓	✓
Documento Fotográfico	✓	✓	✓	✓
Localização	✓	✓		✓
Offline				✓

Fonte: Autor

O *Construct App* e o *Buildertrend* permitem os registros de tarefas e gerenciam o andamento da obra de acordo com a conclusão das tarefas, essa é uma das funções do Diário de Obras. O *SiMaApp* permite o registro de inventário de recursos e materiais, outra função do Diário de Obras. O Bentham Obras Mobile, além de registrar as atividades na obra, também organiza serviços, materiais, os registros meteorológicos, as condições do canteiro, acidentes, dentre outros.

O *Construct App* não faz o registro de documentos organizacionais, um dos recursos mais importantes da Não Conformidade. O *Buildertrend*, *SiMaApp* e o Bentham Obras Mobile, não só fazem o registro de documentos como também o compartilhamento deles e gerencia o status dos documentos e do não cumprimento dos requisitos de contrato.

O *SiMaApp* gera alertas e notificações (usuário-sistema e sistema-usuário) para informar sobre qualquer problema ocorrido no local ou sobre desvios no andamento da construção.

A funcionalidade mais comum entre os aplicativos é o registro de fotos. O *Buildertrend* tem um diferencial nessa funcionalidade, ele permite ao usuário desenhar nas imagens, alterando ou destacando partes importantes das fotos.

O *SiMaApp* não faz o registro da localização, já os demais aplicativos organizam os dados de acordo com a localização. O Bentham Obras registra a localização junto com os dados de Não Conformidade, fotos e documentos.

Por fim, somente o Bentham Obras Mobile pode registrar, editar e excluir Diários de Obras, Não Conformidades e Fotos sem acesso à internet, assim o Bentham Obras Mobile pode ser útil nas obras em lugares remotos e sem conexão disponível.

Em suma, é perceptível que a utilização de aplicativos na indústria em especial na construção civil, não é exclusividade desse trabalho e podem suprir varias necessidades encontradas, tanto no canteiro de obras quanto no escritório das empresas. Assim, outros autores também defendem a ideia de que tal abordagem pode levar grandes vantagens a esse setor, que é de extrema importância para a sociedade.

4 BENTHAM OBRAS MOBILE

Este artigo apresenta o Bentham Obras Mobile que foi proposto com o objetivo de viabilizar uma gestão de projetos de construção civil para a entidade executora e supervisora. Suportando os processos de gestão de diários, não conformidade e o monitoramento dos indicadores.

O sistema foi desenvolvido com base na metodologia *Scrum*, um *framework* que permite que profissionais tratem e resolvam problemas complexos e adaptativos, enquanto produtivamente e criativamente entregam produtos com o mais alto valor possível (SCHWABER; SUTHERLAND, 2013). O projeto levou um ano para ser concluído e foi dividido em doze *Sprints* e ainda passa por atualizações.

4.1 Metodologia

No levantamento de requisitos foi seguido um processo de interação e reuniões com os *stakeholders* do sistema (gestores de contratos de obra da Quanta Consultoria) para descobrir suas necessidades e ter uma compreensão do domínio da aplicação. Nessa etapa, foi levantado um conjunto não estruturado dos requisitos que posteriormente, foram organizados em grupos coerentes.

Além disso, foi necessário definir a prioridade para os requisitos mais importantes e solucionar os conflitos que ocorreram no seu levantamento. Por último, realizou-se a verificação dos requisitos para descobrir se estavam completos, consistentes e em concordância com o que os *stakeholders* desejavam do sistema. Após esse processo, os seguintes módulos foram definidos para o aplicativo:

1. Módulo de Diário de Obras:

Assessora na revisão do cronograma geral da obra, com base nos cronogramas dos construtores e nos prazos de entrega e montagem dos equipamentos, tendo-se em vista as diversas fases de construção. Registra a alocação de recursos humanos, equipamentos de

informática, de escritório e apoio logístico às obras. Acompanhamento da programação físico-financeira da execução das obras, visando o atendimento ao planejamento definido.

2. Módulo de Sincronização:

Auxilia na execução, controle e monitoramento de informações para uso no aplicativo, permitindo que o usuário tenha acesso a tais informações mesmo quando não está conectado à Internet, e para que todo dado inserido e editado com o app offline persista e seja enviado para o banco de dados online assim que tiver conexão.

3. Módulo de Controle de Qualidade:

Analisa os métodos construtivos utilizados e sua adequabilidade à qualidade e prazo das obras. A ISO 9001 é uma norma pertencente à família 9000 e traz os requisitos do Sistema de Gestão de Qualidade para que a empresa possa alcançar resultados em seus processos por meio da eficácia e da qualidade (Portal ISO, 2015). Assim, o não atendimento a um requisito de contrato ou requisito da norma da ISO 9001 é definido como uma Não Conformidade.

4.2 Arquitetura e Tecnologias Utilizadas

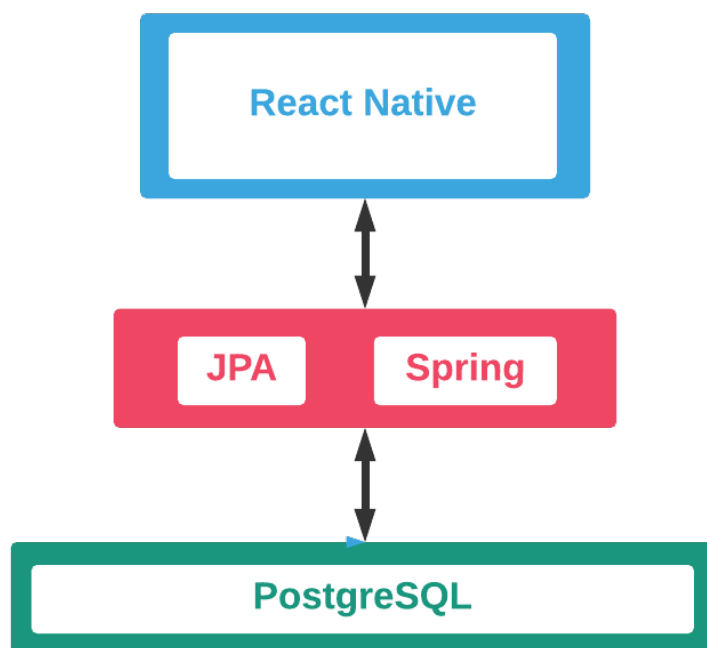
Em paralelo ao levantamento de requisitos, foi realizado um estudo técnico das tecnologias mais adequadas para atender às demandas do aplicativo.

Na camada inferior está o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) usado no sistema, o PostgreSQL. Esse SGBD utiliza a Linguagem de Consulta Estruturada (SQL) como interface e combinada com recursos de armazenamento é capaz de dimensionar com segurança as cargas de trabalho de dados mais complexas, oferecendo confiabilidade, integridade e escalabilidade de dados.

Na camada central está implementado o *Spring* um *framework* Java para desenvolvimento de sistemas *Web* e *Mobile* que utiliza o padrão *Model-View-Controller* (MVC). Além disso, o *Spring* oferece o suporte para o tratamento das requisições HTTP. O mesmo permite a divisão das funcionalidades de um software em camadas, abstraindo os detalhes de infraestrutura, permitindo ao programador se dedicar às regras de negócio da aplicação. Nessa camada também foi utilizado o *Java Persistence API* (JPA), que descreve a interface padrão para *frameworks* de persistência de dados.

Na camada superior está o *Front-End*, onde é utilizado o *React Native* um *framework* que provê componentes que gerenciam o estado interno da plataforma utilizando JavaScript, o *React Native* tem o foco para desenvolvimento de aplicativos mobile nativos, ou seja, foi possível o desenvolvimento de aplicações tanto para dispositivos Android, como iOS.

Figura 4 – Arquitetura do Bentham Obras Mobile.



Fonte: Autor

4.3 Modo Offline

Uma das funções mais importantes que foi desenvolvida no aplicativo Bentham Obras Mobile foi o Módulo de Sincronização. Para fazer com que o aplicativo funcione *offline* foi utilizado o *Realm React Native* que é um banco de dados focado exclusivamente para dispositivos móveis, como: *smartphones, tablets e wearables*.

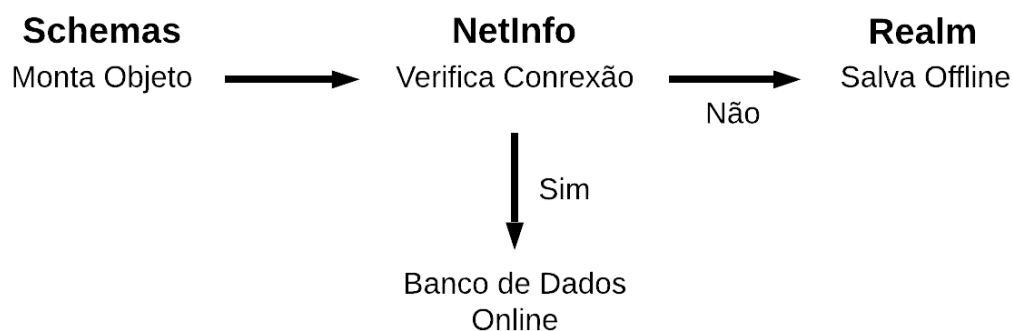
"Criamos um banco de dados completo para desenvolvedores de aplicativos para dispositivos móveis, que usa objetos JavaScript. Isso nos permite fornecer uma API simples, preservando o desempenho. O Realm pode modelar dados complexos, vincular objetos em um gráfico e compor consultas avançadas." (REALM, 2016).

O *Realm React Native* faz mais inserções e consultas quando comparado com outras tecnologias similares, tais como o *React Native SQLite Storage* e o *React Native Store for AsyncStorage*. Ter um melhor desempenho é de extrema importância para o Bentham Obras Mobile, pois o aplicativo trabalha com um grande fluxo de dados. Além disso, o *Realm React Native* é *Cross Platform*, ou seja, ele funciona com um único código, que pode ser compilado tanto para aplicativos para iOS e Android. Assim, ao considerar as tecnologias *Back-End*, o *Realm React Native* tem *Getters* e *Setters* customizáveis, possibilitando que a lógica possa ser alterada de acordo com o contexto no uso do aplicativo.

A Figura 5 mostra como funciona o fluxo de dados no Bentham Obras Mobile. Quando o usuário preenche um formulário em Diário de Obras ou em Não Conformidade, ele preenche essas informações em um objeto *Realm* chamado *Schemas*. Esse objeto tem seus campos e tipos predefinidos pela equipe desenvolvedora, por exemplo: um Diário possui campos de data, acidentes, profissional, equipamentos, entre outros. Quando um usuário preenche o formulário

de Diário, ele coloca essas informações no *Schemas* de Diário. Em seguida, o usuário salva esses dados, e o aplicativo verifica a conexão à internet com a função *NetInfo*. Essa função verifica informações da conexão do dispositivo do usuário, tais como: Velocidade de Download e Upload. Assim, se o dispositivo estiver conectado, os dados são enviados para o banco de dados *online*. Caso contrário, eles serão enviados para o *Realm* e salvos *offline*.

Figura 5 – Fluxo de dados no Aplicativo



Fonte: Autor

4.4 Desenvolvimento

Após o levantamento de requisitos e a definição das tecnologias, iniciou-se a etapa de desenvolvimento do aplicativo. Nesta fase, foram elaborados os diagramas dos fluxos da regra de negócio usando *Unified Modeling Language* (UML), o modelo de banco de dados e os *mockups* das interfaces do usuário.

A primeira tarefa realizada no desenvolvimento do aplicativo foi a modelagem do banco de dados, adaptando a escalabilidade da base levando em consideração que o sistema poderia vir a sofrer mudanças futuras. Além disso, o aplicativo Bentham Obras Mobile foi pensado com foco na usabilidade do usuário. Por isso, suas interfaces apresentam-se de modo fluido e intuitivo para auxiliar o usuário na sua navegação.

Quanto à segurança, foi utilizado o *Spring Security*, um *framework* que visa fornecer autenticação e autorização de maneira prática para aplicativos Java². A ferramenta é fácil de configurar e personalizar, o que a torna acessível e adaptável a todo tipo de projeto. Além disso, é muito utilizada e difundida pela comunidade Java através de fóruns de desenvolvedores (Meng et al., 2018). Utilizou-se também o *Json Web Token* (JWT), um padrão de mercado que define como transmitir e armazenar objetos JSON de forma compacta e segura entre diferentes aplicações. Os dados nele contidos podem ser validados a qualquer momento, pois o *token* é assinado digitalmente. Nesse *token* são guardados os dados do usuário e permissões de acesso ao sistema, evitando, assim, ter que lidar com problemas de sessão expirada.

² Disponível em: <https://spring.io/projects/spring-security>, acessado em 16 de novembro de 2020.

Por fim foram realizados testes, os requisitos e as funcionalidades desenvolvidas passaram por um processo rigoroso de validação de software com a equipe de testes verificando as funcionalidades com dados reais, para descobrir falhas e avaliar o comportamento das telas da aplicação. Além disso, um grupo de *stakeholders* da Quanta Consultoria verificou se o aplicativo estava funcional e se contemplava o que foi definido no seu escopo. Dessa forma, assegurou-se que todas as funcionalidades foram implementadas corretamente na perspectiva do cliente final.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do que foi exposto, os aplicativos propostos no mercado são de grande auxílio para os processos da construção civil e seus benefícios podem ser representados por meio de indicadores de qualidade para: Redução do impacto das atividades na natureza para maior sustentabilidade na utilização dos recursos na organização; maior segurança para os funcionários; melhoria nos índices de satisfação interna; aumento da qualidade de vida na comunidade em que a organização atua. Nesta seção, são apresentadas as funcionalidades de cada módulo do Bentham Obras Mobile, que são aplicadas com dados de teste disponibilizados pela Quanta.

5.1 Módulo de Sincronização

Como mencionado na seção 4.3. O aplicativo do Bentham Obras Mobile tem uma particularidade interessante, parte de suas funcionalidades pode ser utilizada em modo *offline*. Depois que o usuário realiza *login* no aplicativo, ele é direcionado para a tela de Sincronização, como ilustra a Figura 6. Ao clicar no botão *Sincronizar*, o usuário dá início a uma nova jornada de trabalho, definindo o ponto de partida para uma nova etapa da obra. Esta é uma das poucas operações que requer conexão com a Internet. O usuário deve especificar o programa e o contrato que deseja trabalhar. Em seguida, ele pode visualizar, editar e excluir diários e não conformidades. Iniciada uma Jornada, todas as demais operações feitas no aplicativo são salvas *offline*, na memória local do dispositivo com *Realm React Native*. Somente quando o usuário tem acesso à Internet ele pode finalizar a jornada e então, essas informações são enviadas para o banco de dados *online*. Assim, o aplicativo Mobile pode ser utilizado no canteiro de obras, onde muitas vezes não há acesso à Internet, dando maior mobilidade ao usuário.

5.2 Módulo de Diário de Obras

Após o início de uma *Jornada*, o usuário também tem a opção de adicionar um *Diário de Obras*, conforme ilustra a tela da Figura 7. Nele é possível definir uma série de aspectos relativos à execução do contrato e da obra, tais como: cronogramas de entrega e montagem de equipamentos, programação de cronogramas físico-financeiros, rotinas de revisão e atualização de programações, emissão de pareceres, alocação de recursos humanos, equipamentos de informática e escritório, mecanismos de apoio logístico às obras, dentre outros. Essa gama de informações provê aos supervisores uma maior facilidade no processo de controle, dando

Figura 6 – Tela Sincronização do Bentham Obras Mobile.



Fonte: Autor

Figura 7 – Tela Diário de Obra do Bentham Obras Mobile.



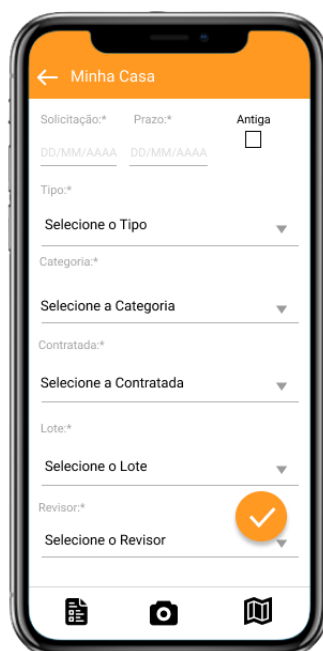
Fonte: Autor

suporte ao monitoramento financeiro e do que foi feito, quantas pessoas trabalharam, quais os impedimentos, quantidade e tipos de materiais utilizados, quanto de insumos foi comprado e quanto dinheiro isso custou para a empresa.

5.3 Módulo de Controle de Qualidade

O Módulo de Controle de Qualidade permite ao usuário notificar uma Não Conformidade, ou seja, um não cumprimento dos contratos e dos padrões de qualidade. É possível realizar a análise dos métodos utilizados e sua adequabilidade à qualidade e prazo das obras. O módulo oferece suporte à assessoria na supervisão das obras e serviços do programa de acordo com os contratos. A Figura 8 apresenta a tela de cadastro de controle de qualidade. Após a detecção de uma Não Conformidade, em um processo de auditoria ou no dia a dia da instituição, é elaborado um relatório de auditoria interna ou externa com os envolvidos para o registro da ação e análise da causa. O controle de qualidade segue um fluxo de estados para fazer a análise da causa, chegar à problemática e desenvolver a ação preventiva/corretiva, tudo isso com prazos estabelecidos em um plano de ação com o responsável.

Figura 8 – Tela de Cadastro de Controle de Qualidade do Bentham Obras Mobile.



Fonte: Autor

5.4 Localização

Na construção civil é de suma importância ter exatidão nos dados que são trabalhados e de onde esses dados são extraídos, também é comum que as obras tenham áreas extensas que podem chegar a quilômetros de distância. Com isso, foi pensado em uma funcionalidade para o aplicativo que mostrasse ao usuário de onde vêm os dados em que ele está trabalhando,

na tela ilustrada na Figura 9. Dessa forma, por meio da localização do dispositivo do usuário, no momento do cadastro dos dados, pode-se registrar o local e ter um controle de onde está ocorrendo uma atividade ou uma Não Conformidade. Dando a exatidão que uma obra exige e dando suporte ao controle dos dados e ao monitoramento da obra.

Figura 9 – Tela de Mapa do Bentham Obras Mobile.



Fonte: Autor

6 CONCLUSÕES

O Bentham Obras Mobile, através da solução Mobile apresentada, pode levar os processos gerenciais de obras a uma série de melhorias, que vão desde um melhor controle sobre os gastos com mão de obra e materiais, até um controle centralizado sobre qualidade de serviços.

Através do *Diário de Obras*, por exemplo, o sistema oferece um amplo controle sobre as atividades realizadas diariamente no canteiro de obras. A cada dia, são fornecidos dados informando tudo o que foi gasto e com o que foi gasto. Assim, esses dados são agrupados e apresentados de forma clara e intuitiva. Essas informações apresentadas pelo aplicativo mostram aos gestores como anda a evolução da obra, quanto foi gasto até o momento e quanto do orçamento ainda resta para as próximas etapas, quais etapas foram mais caras e quais foram mais baratas, dentre outras funcionalidades importantes.

Esse e outros tipos de recursos aqui apresentados enriquecem a usabilidade do Bentham Obras Mobile e o processo de tomada de decisão, visto que, o sistema entrega aos administradores informações concisas, ao invés de dados dispersos e sem significado aparente. Além disso, o sistema é um grande facilitador na adequabilidade da infraestrutura com os melhores padrões de

qualidade, haja vista que de forma centralizada e objetiva agrupa todas as *Não Conformidades* identificadas na obra pelas empresas e profissionais fiscalizadores.

Em suma, é notável que o Bentham Obras Mobile agrega valor nos processos de planejamento, execução e controle de obras de construção civil, permitindo uma evolução constante na melhoria de processos e inclusive na qualificação dos profissionais envolvidos.

Para trabalhos futuros pretende-se, que os prazos de Diários de Obras e Não Conformidade sejam mostrados na forma de gráficos, assim como notificar ao usuário sobre os prazos e também o aprimoramento das telas nas técnicas de *User Experience* - (UX).

REFERÊNCIAS

- Adjust. Adjust global app trends 2019: Discover the latest app industry trends. Adjust, San Francisco, CA 94111, USA, p. 11 – 12, 2019.
- BUILDERTREND. **Construction management software for those who punch the status quo in the gut.** 2006. Acessado em 13-12-2019. Disponível em: <<https://buildertrend.com>>.
- CNI. **Mapa Estratégico da Indústria 2018-2022, Melhora na produtividade brasileira depende de ação das empresas.** 2018. Acessado em 19-07-2019. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mapa-estrategico-da-industria/reportagem-especial/capitulo-12-melhora-na-produtividade-brasileira-depende-de-acao-das-empresas/>>.
- Confederação Nacional de Indústria. Mapa estratégico da indústria 2018-2022. In: . Brasília, DF: [s.n.], 2018.
- CONSTRUCTAPP. **Melhore a produtividade das suas equipes e economize tempo e dinheiro.** 2017. Acessado em 13-12-2019. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/>>.
- IBGE. **Índice Nacional da Construção Civil.** 2019. Acessado em 18-02-2020. Disponível em: <<https://ibge.gov.br>>.
- Meng, N. et al. Secure coding practices in java: Challenges and vulnerabilities. In: **IEEE/ACM International Conference on Software Engineering (ICSE)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 372–383.
- Ministério do Meio Ambiente. **Ministério da Economia PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO.** 2019. Acessado em 18-02-2020. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/>>.
- OESTERREICH, T.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computer in industry**, v. 83, n. 10, p. 121 – 139, 2016.
- PEREIRA, D.; SILVA, G. As tecnologias de informação e comunicação (tics) como aliadas para o desenvolvimento. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas - Vitória da Conquista (BA)**, n. 10, p. 151 – 174, 2010.
- PHAM, E. T. Impact of the buildertrend project management software on a small scale residential building firm. **California Polytechnic University San Luis Obispo, California**, p. 2, 2016.
- Portal ISO. **Normas ISO 9000.** 2015. Acessado em 18-07-2019. Disponível em: <<https://iso9001.portaliso.com/normas-iso-9000/>>.

Quanta Consultoria. **Estudos, projetos, gerenciamento e supervisão de obras de infraestrutura de transportes, energia, saneamento, recursos hídricos, indústria.** 2005. Acessado em 09-07-2019. Disponível em: <<https://www.quantaconsultoria.com/>>.

RATAJCZAK, J. Mobile application for collaborative scheduling and monitoring of construction works according to lean construction methods. **Fraunhofer Italia Research**, p. 5, 2017.

REALM. **Introducing Realm React Native.** 2016. Acessado em 15-03-2020. Disponível em: <<https://realm.io/blog/introducing-realm-react-native/>>.

RIBEIRO, M. Uso prático do aplicativo construct-app: Um estudo de caso. **UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACOC CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO 2018 - GERENCIAMENTO DE OBRAS**, p. 22, 2019.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. Guia do scrum™. In: **Um guia definitivo para o Scrum: As regras do jogo.** [s.n.], 2013. Disponível em: <<https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-Portuguese-BR.pdf>>.

SOUSA, I. **Uso de smartphones no mundo aumenta 15 vezes em um ano.** 2019. Acessado em 18-02-2020. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/uso-de-smartphones-no-mundo-aumenta-15-vezes-em-um-ano/>>.

We Are Social Inc. **Despite controversy around privacy, hacking, fake news and all the other negative aspects of online life, the world continues to embrace the internet and social media.** 2019. 18-02-2020. Disponível em: <<https://wearesocial.com/global-digital-report-2019>>.