



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



Benjamim Gabriel Bueno Araújo

**PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO DE
CONTROLE DE OBRAS PARA O MERCADO NACIONAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Uberlândia, 2019.

Benjamim Gabriel Bueno Araújo

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO DE CONTROLE DE
OBRAS PARA O MERCADO NACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Maria Cristina Vidigal de Lima

Uberlândia, 2019

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por me guiar até aqui, ser minha luz nos momentos de decisão e por não me deixar faltar nada.

Aos meus pais, pelo seu amor e por serem meus grandes exemplos de sabedoria, compaixão e sucesso. Por sempre apoiarem minhas decisões e por me motivarem a ser o protagonista da minha vida.

A minha irmã Francielle, pelos ensinamentos de quem já viveu a fase na qual estou encerrando e por ter me apresentado a Universidade Federal de Uberlândia. Sem ela eu não estaria aqui.

Agradeço a minha namorada Larissa, por ser o motivo dos meus sorrisos ao longo da faculdade, por me ajudar sempre que eu pensei que não conseguiria e por conseguir tirar de mim minha melhor versão.

A professora orientadora deste trabalho, Maria Cristina. Por comprar meu sonho e abrir portas que eu sequer sabia que existiam, por brilhar seus olhos em cada encontro nosso e por me motivar a sair da minha zona de conforto. Agradeço também pela confiança e por exercer tão bem não apenas sua função como professora, mas também como educadora.

Ao professor Paulo Guterres, por acreditar no potencial de seus alunos e por me permitir sonhar com seus discursos e conselhos. Agradeço pelo carinho e por lutar pelos nossos sonhos.

A professora Maria Adriana Vidigal de Lima, por sempre me receber de portas abertas e me ensinar tanto sobre sua área de atuação.

Ao professor Alexandre Cardoso e sua equipe GRVA por compartilharem seus grandiosos conhecimentos em realidade virtual e aumentada, e seus feedbacks precisos sobre a tecnologia usada nesse trabalho.

Agradeço a banca examinadora que se dispôs a leitura deste trabalho e dedicaram seu tempo para a avaliar essa etapa tão importante de minha formação.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia, seu corpo docente, direção e administração que proporcionaram as condições necessárias para que chegasse até esse momento.

Ao meu amigo Jonathan, que esteve presente nos melhores momentos da minha graduação e que sempre me ajudou a elevar o nível dos meus trabalhos, sendo uma grande referência intelectual para mim.

Ao meu colega João Pedro, pela confiança na ideia inicial, por ser responsável pelo desenvolvimento computacional do aplicativo InSite e por me ajudar a refinar sua proposta de valor. Esse trabalho é o resultado do sucesso de nossa parceria.

Agradeço a Constru Soluções em Engenharia e Arquitetura e a todos os companheiros de empresa, por me mostrarem o imenso mundo além da sala de aula e por me fazerem acreditar no poder transformador do empreendedorismo universitário. Serei eternamente grato a essa instituição.

A Liga Empreendedora de Uberlândia, aos meus irmãos e mentores dessa instituição, que não mediram esforços para compartilharem seus conhecimentos em negócios e me ajudarem a desenvolver minha startup.

Agradeço a DGO Engenharia e em especial ao Engenheiro Darci Gouveia e ao mestre de obras Cléber, pela oportunidade, paciência e ensinamentos sobre a construção civil, fundamentais para meu crescimento profissional e sucesso desse trabalho.

ARAÚJO, B. G. B. **Processo de desenvolvimento de um aplicativo de controle de obras para o mercado nacional.** Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

RESUMO

Este trabalho apresenta o processo de desenvolvimento de um aplicativo específico para construção civil, desde sua idealização até o lançamento do mínimo produto viável (*Minimum Viable Product* MVP). Este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso foi aprovado no programa de aceleração de *startups*, Academic Working Capital AWC, com a finalidade de apoiar intelectualmente e financeiramente projetos de base tecnológica. A participação no programa de aceleração de startups permitiu a introdução de ferramentas de teste de problema, solução e mercado. Foram realizadas pesquisas de mercado com diversos profissionais da construção civil por meio de formulários *online*, além de entrevistas por telefone e presenciais. A partir da análise das informações apresentadas nas entrevistas, foram realizados encaixes de problema-solução e solução-mercado através da construção e experimentação de protótipos, com mudanças de direcionamento quando necessárias. O ciclo Construir - Medir - Aprender foi usado como metodologia geral deste trabalho, pois todas as decisões tomadas foram embasadas em dados gerados por interações com agentes do mercado da construção civil. O resultado final deste trabalho é um mínimo produto viável que procura ligar as pontas da cadeia da construção civil, desde as atividades do planejamento até a participação do mestre de obras no canteiro de obras, com a proposta de valor de diminuir as horas operacionais gastas pelo engenheiro para escolhas de frentes de serviço e gerir de forma integrada as informações do dia a dia da obra.

Palavras-chave: Aplicativo, Mínimo Produto Viável, Construção civil, Startup

ARAÚJO, B. G. B. Development process of an construction management application for domestic market. Course Conclusion Paper. Faculty of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2019.

ABSTRACT

This paper reports the development process of a specific application for construction industry from its conception to the launch of the Minimum Viable Product, MVP. This Course Conclusion Paper project has been approved in a startup acceleration program, Academic Working Capital AWC, which purpose is to give intellectually and financial support to technology based projects. The participation in the startup acceleration program enabled the introduction of problem, solution and market testing tools. Market researchs has been done with several construction industry professionals through online form, in addition to phone and face-to-face interviews. Based on interviews analysis, problem-solution and solution-market fit were performed throught the development and experimentation of prototypes, with changes in its direction as needed. The Build-Measure-Learn loop was used as general methodology of this paper because all decisions were based on data from interactions with construction industry representatives. The final result of this paper is a Minimum Viable Product wich aims to connect the ends of the construction industry chain, from planning to master builder on construction site, with the value proposition of reducing the operation hours spent by the engineer for service front choices and managing day-to-day information on integrated basis.

Key-words: Application, Minimum Viable Product, Construction Industry, Startup.

Sumário

1 Introdução	8
2 Objetivo	10
3 Metodologia.....	10
4 Revisão Bibliográfica	11
5 Desenvolvimento e análises	18
5.1 Concepção	18
5.2 Validação	19
5.3 Construção do aplicativo	44
6 Conclusão	51
ANEXO – PROJETO APROVADO NO PROGRAMA AWC	54

1 Introdução

A indústria da construção civil é, historicamente, conhecida como uma das menos produtivas quando comparadas a outras tradicionais como automobilística e aeroespacial. Alguns dos motivos da baixa produtividade são a baixa qualificação da mão de obra, o foco na execução, projetos pouco detalhados e sem compatibilização, fluxo de informações descontínuo no canteiro de obras e entre as pontas da cadeia (escritório de projetos e canteiro), atrasos devido a cronogramas incompatíveis com a realidade, além de desperdícios, gastos não previstos e retrabalhos.

A partir da inquietude do autor acerca da problemática da produtividade na construção civil, foi proposto o desenvolvimento de uma *startup* e conseqüente criação de um aplicativo comercial de controle de obras, chamado InSite.

Segundo Ries (2012), uma *startup* é uma instituição humana desenhada para criar um novo produto ou serviço de extrema incerteza. O modelo de startup se destaca no mercado devido ao seu processo de crescimento acelerado que, geralmente de forma tecnológica, oferece produtos e serviços que otimizam processos das mais variadas indústrias da economia. As *construtechs* são *startups* que produzem soluções tecnológicas para a cadeia produtiva da construção civil e possuem clientes como mineradoras, construtoras, empreiteiras, indústrias de materiais, imobiliárias e governos. Em 2017, a Construtech Ventures (empresa especializada em fomentar o crescimento de *construtechs* através de recurso próprio) mapeou a existência de mais de 250 *construtechs* no Brasil, oferecendo serviços variados, como: gestão de canteiro de obras, orçamento de obras e maquetes interativas e modelos 3D imersivos.

O processo de desenvolvimento de uma *startup* é complexo e diferente da criação de uma empresa convencional, devido ao fato de *startups* serem construídas sobre hipóteses de mercado ainda não validadas. Uma das metodologias mais utilizadas para criação de *startups* é chamada de *Startup Enxuta*, criada pelo professor universitário Steve Blank e que quebra o paradigma do modelo de cascata, usado durante o século 20, em que os produtos eram desenvolvidos por meio da experiência de negócios de gestores e em longas etapas com pouco ou nenhum *feedback* dos clientes. O método Startup Enxuta baseia-se no ciclo Construir-Medir-Aprender, no qual o objetivo não é o lançamento de um produto final, mas o aprendizado constante com os clientes por meio de uma engenharia incremental e iterativa. A etapa de construção refere-se a um mínimo produto viável (MVP), que não possui menos funções que um produto

finalizado, mas é a versão mais simples que consegue gerar valor comercial aos clientes e que possibilita ao empreendedor o máximo aprendizado possível.

Com conceitos semelhantes ao método Startup Enxuta, métodos ágeis de gestão de projetos nasceram a partir da necessidade do setor de Tecnologia da Informação desenvolver produtos (softwares) que atendessem as crescentes demandas de inovação, produtividade e maior qualidade, com foco principal na satisfação do cliente. Um dos métodos ágeis mais usados e adotados na produção desse trabalho é o Scrum, onde os projetos são divididos em pequenas etapas com duração entre duas e quatro semanas, comumente chamadas de *sprints*. Essas etapas são revisadas por toda a equipe em reuniões diárias e rápidas e ao fim de seu período é realizada uma revisão maior para discussão geral de seus resultados e para planejamento da próxima *sprint*.

Este trabalho foi aprovado em um programa de aceleração de startups, chamado Academic Working Capital, cujo objetivo é transformar projetos de Trabalho de Conclusão de Curso, com base tecnológica, em startups. O programa de aceleração AWC se baseia na metodologia *Startup Enxuta* e contém três grandes fases, sendo elas: validação de ideias de negócios, desenvolvimento e experimentação de protótipos com potenciais clientes e teste de modelo de negócios.

Utilizando-se a metodologia do programa de aceleração AWC como base, foi desenvolvido de um mínimo produto viável que visa atender inicialmente o mercado de Uberlândia, com potencial de crescimento para o mercado nacional. A solução desenvolvida, até o momento da entrega desse trabalho, pode ser classificada como ferramenta BIM e de gestão ágil de projetos, sendo sua proposta de valor facilitar o planejamento das frentes de serviço por meio da integração da gestão da informação da obra.

2 Objetivo

A finalidade desse trabalho é desenvolver um aplicativo comercial de controle de obras para o contexto regional e nacional do mercado da construção civil, através do processo Startup Enxuta e pela aceleração do programa AWC.

3 Metodologia

O projeto do presente trabalho (ANEXO) foi aprovado no programa de aceleração Academic Working Capital AWC, sendo a metodologia do programa norteadora das atividades desenvolvidas nesse trabalho.

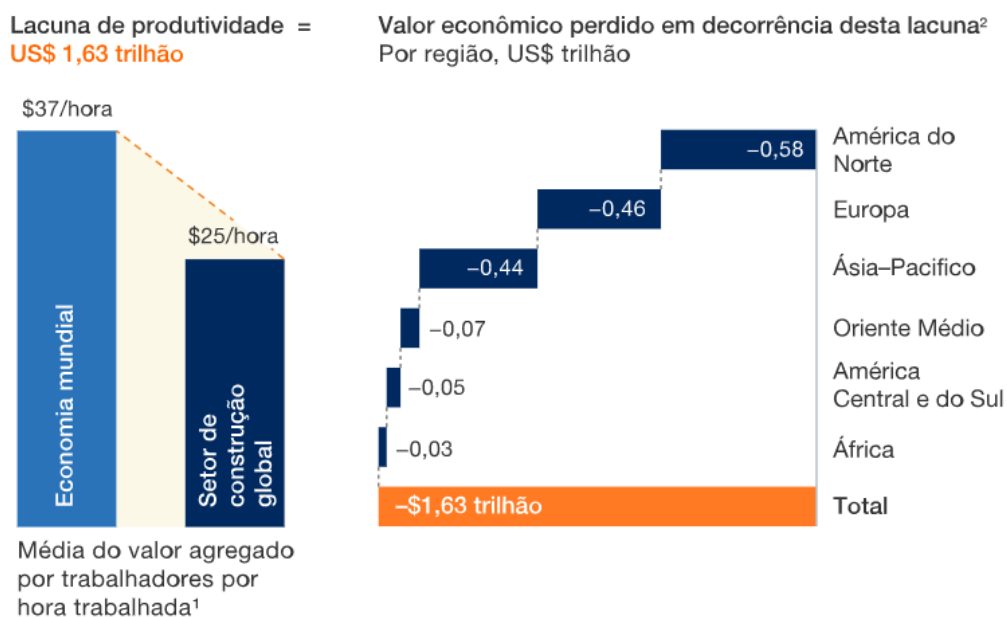
Foram criadas hipóteses para procurar o encaixe problema-solução da ideia original deste trabalho. Depois de um processo iterativo de pivô, iniciou-se o processo de prototipagem e por fim, os protótipos foram experimentados por potenciais clientes. Após recolhimento de *feedbacks* foi iniciado o desenvolvimento de um mínimo produto viável, com utilidades básicas com o intuito de ser testado por usuários adotantes iniciais que fornecerão seu parecer sobre a experiência no uso da versão inicial. O desenvolvimento computacional deste trabalho foi realizado por um aluno do curso de Ciências da Computação da Universidade Federal de Uberlândia, que participou junto ao autor do programa de aceleração AWC.

Serão mantidas neste trabalho as nomenclaturas dos termos usuais em inglês do meio empresarial e de startups que foram usados ao longo do programa de aceleração AWC.

4 Revisão Bibliográfica

Segundo estudo da consultoria estratégica global McKinsey & Company (2017), a construção civil é um dos setores menos digitais do mundo. Prova disso é o crescimento global da produtividade da mão de obra no setor da construção de 1% ao ano, nas últimas duas décadas, em comparação a 2,8% de crescimento da economia global como um todo e 3,6% para o setor industrial. O estudo ainda estima que se a produtividade da construção conseguisse atingir o mesmo nível da economia total, o setor ganharia US\$ 1,6 trilhão ao ano em valor agregado, aumentando em 2% a economia mundial. A Figura 1 ilustra essa lacuna de produtividade.

Figura 1: Lacuna de produtividade do setor da construção a nível da economia global



¹Dados de 2015 em dólares reais de 2005.

²Assume que a produtividade do setor de construção atinge o nível de produtividade da economia total e que os trabalhadores atuais são reempregados com o nível de produtividade da economia total.

Fonte: McKinsey&Company (2017)

Segundo o relatório “Boosting Productivity in Construction with Digital and Lean” publicado em 2018 pelos especialistas da consultoria estratégica Boston Consulting Group (BCG), o primeiro passo para combater a baixa produtividade do setor da construção é aplicar técnicas *lean* tradicionais no projeto. Os autores do estudo definem o planejamento *lean*, ou planejamento enxuto, como ferramentas e rotinas específicas para garantir que as atividades

planejadas sejam viáveis, além de visar melhorar a comunicação e a solução de problemas entre o canteiro de obras, escritório de projetos e demais agentes dentro da cadeia da construção.

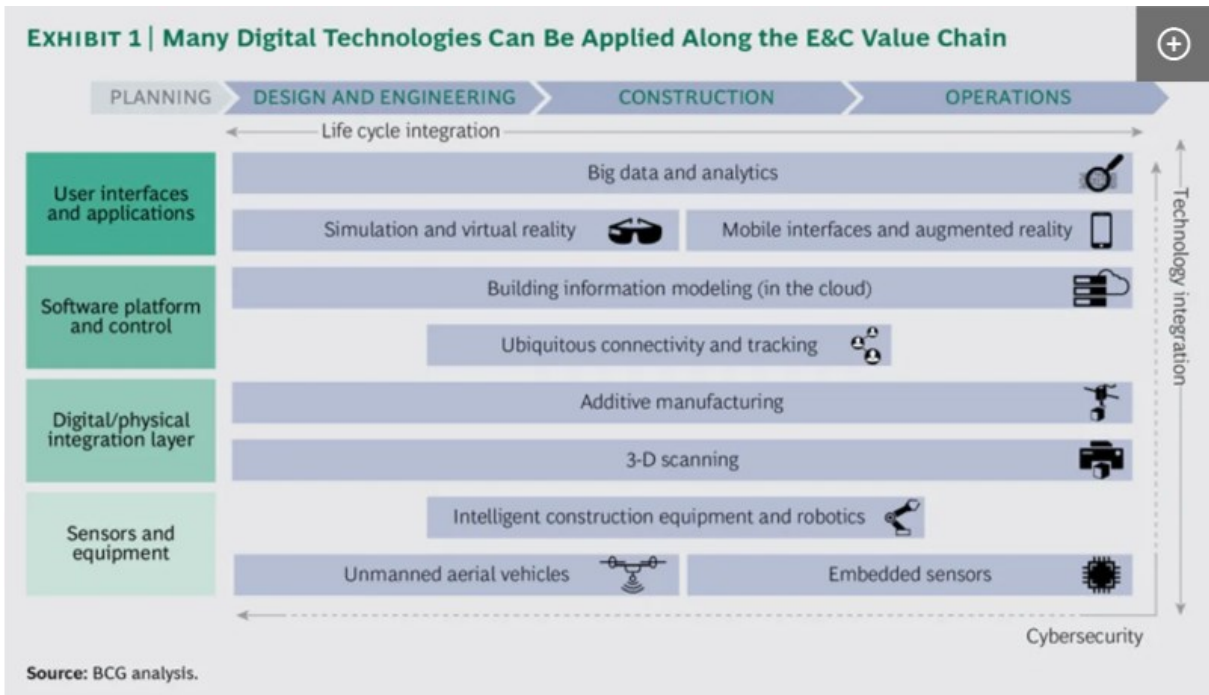
De acordo com estudo de 2018 da BCG, há três fatores-chave que as ferramentas digitais devem conter para auxiliar na otimização da produtividade de obras da construção civil, sendo eles:

- Interfaces sob medida para cada tipo de usuário, como os engenheiros de planejamento com telas de *desktops* e engenheiros de campo com a mesma aplicação só que em *smartphones*;
- Interfaces visualmente eficazes, evitando a parte técnica e focando em uma interface simples que forneça relatórios de fácil leitura e gráficos claros para envolver as pessoas em todos os níveis da organização, quaisquer que sejam suas habilidades técnicas;
- Reuniões aprimoradas: os aplicativos com conceito *lean* podem facilitar o planejamento de reuniões, a realização remota de reuniões e até imitar algumas dinâmicas críticas de reuniões, como um “botão de compromisso”;
- Modular e expansível: qualquer aplicativo de planejamento *lean* deve ser modular, permitindo que os profissionais implementem esse processo passo a passo ao longo do tempo. Os aplicativos também devem ser expansíveis, com a capacidade de interagir com outras aplicações digitais e compartilhar dados em diferentes formatos.

Em “The Transformative Power of Building Information Modeling”, de 2018 da BCG, são reveladas as variedades de soluções tecnológicas que podem ser implantadas ao longo da cadeia de um projeto de construção civil (Figura 2). Segundo o relatório, a chave da transformação tecnológica é o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, como sucessor do desenho assistido por computador (CAD) tradicional, o BIM agora atende a todas as partes interessadas ao longo da cadeia de valor, usando informações e modelagem virtual para simular qualquer aspecto do ciclo de vida do ativo.

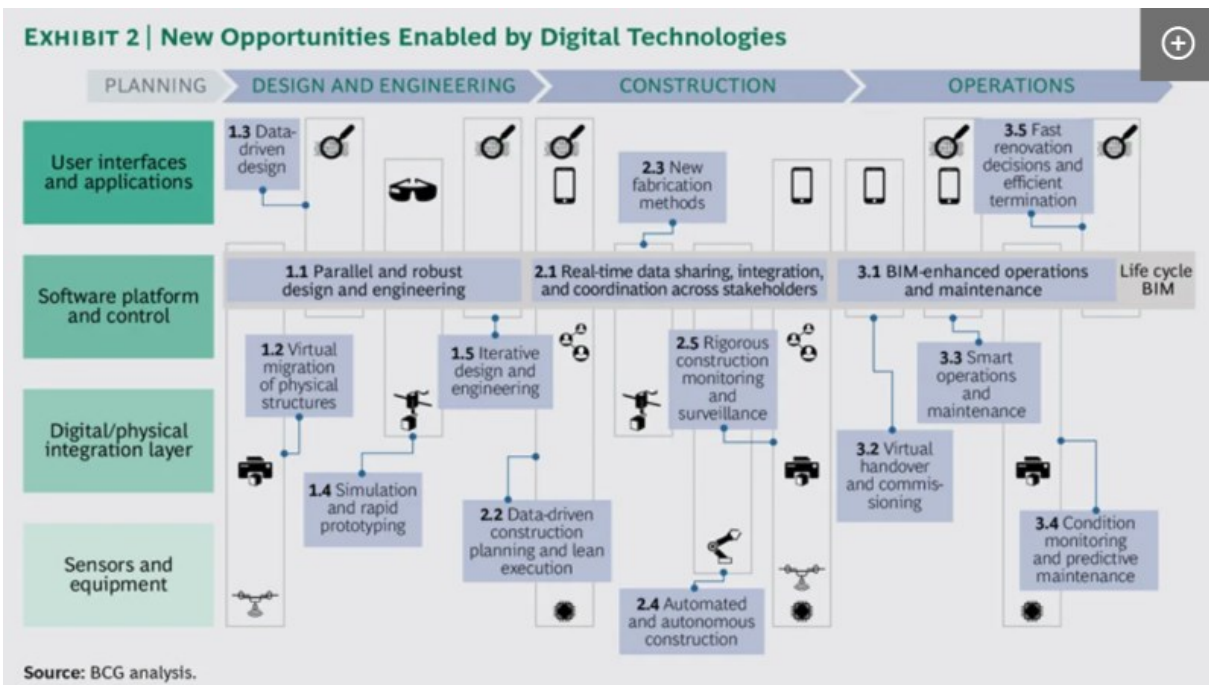
Ainda segundo o estudo, o papel do BIM é fundamental no contexto de transformação digital na construção civil, gerando novos usos e facilitando a aplicação de novas tecnologias (Figura 3).

Figura 2: Soluções digitais para a cadeia de valor da construção civil



Fonte: BCG (2016).

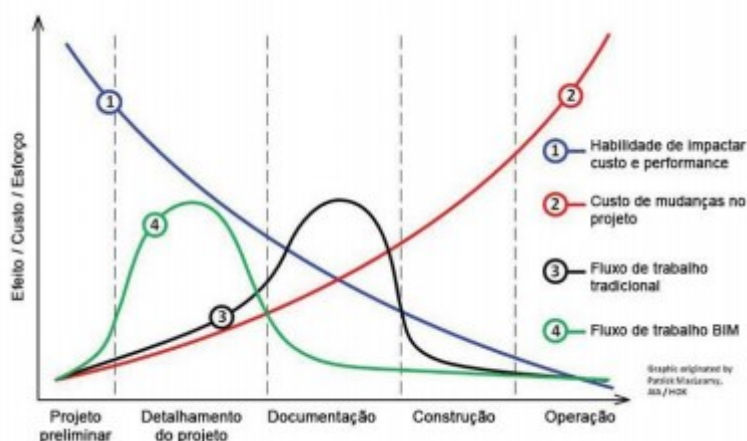
Figura 3: Novas oportunidades geradas pela transformação digital



Fonte: BCG (2016).

Segundo Pontes (2016), o conceito BIM tem como principal objetivo a coordenação de diferentes especialidades de uma forma instantânea, rápida, concisa e rigorosa, de modo a reduzir, ou até eliminar, quaisquer erros de incompatibilidades entre projetos (Figura 4), reduzindo assim custos associados a alterações não previstas, otimizando e eficiência na execução da obra.

Figura 4:Relação entre esforço e cronograma de projeto



Pode-se dizer que a Modelagem da Informação da Construção nasceu para facilitar a gestão da informação ao longo da cadeia produtiva da construção de um empreendimento, ou seja, com ela é possível reunir todas as informações relevantes dos projetos e de todas as fases da vida útil de um empreendimento (concepção, projeto, construção e manutenção) em apenas um ambiente. Dessa forma, benefícios básicos da elaboração de projetos em BIM são:

- Análise tridimensional;
- Fácil identificação de interferências;
- Extração de quantitativos e controle do orçamento;
- Visualização do planejamento e monitoramento da obra;
- Elaboração de documentação precisa de qualquer estágio da obra.

Apesar do mercado da construção civil ser resistente a novas tecnologias, a adoção do BIM por projetistas tem se tornando cada vez mais clara, devido a democratização das ferramentas de

projetos (hoje há empresas nacionais fabricando softwares de projetos em BIM), a educação crescente do mercado em tratar o preço mais elevado de projetos em BIM como investimento e não como custo, e também pelo Decreto de Implementação Nacional de BIM. Este último, assinado pelo presidente da República em 2018, possui a seguinte finalidade: “promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país” e nove objetivos:

- I. Difundir o BIM e seus benefícios;
- II. Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III. Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV. Estimular a capacitação em BIM;
- V. Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM;
- VI. Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM;
- VII. Desenvolver a Plataforma e Biblioteca Nacional BIM;
- VIII. Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- IX. Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Além disso, foram estipulados metas e prazos para a adoção do BIM no cenário nacional, listadas a seguir:

- Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador de empresas que adotarem o BIM);
- Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem BIM);
- Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção civil adote o BIM);
- Elevar em 28,9% o PIB da Construção civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor ao invés de 2% ao ano, cresça 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito.

Contudo, mesmo com o cenário favorável para adoção do BIM, ainda há grandes barreiras a serem quebradas, pois como em toda tecnologia há níveis de maturidade para implantação plena da mesma. Succar (2015) considera um nível introdutório e três níveis de maturidade, sendo eles:

a) Nível 0: Pré-BIM

Nesse estágio, toda a informação é independente e requer uma associação e interpretação por parte dos diferentes intervenientes. A colaboração entre as diferentes partes ocorre de forma linear, o que se traduz numa demorada e dispendiosa troca de informação.

b) Nível 1: Modelação

Existe um esforço por parte de cada disciplina de projeto em criar um modelo base de representação 3D com informação paramétrica associada. Embora cada modelo represente uma fonte potencialmente comum de informação para diferentes indivíduos, a colaboração entre diferentes disciplinas de projeto continua inexistente por falta de cruzamento de modelos. A troca de informação continua unidirecional e as comunicações permanecem dessincronizadas e dissociadas.

c) Nível 2: Colaboração

Embora a comunicação entre os diferentes intervenientes seja ainda algo forçada e pouco fluída, e a falta de sincronização entre entidades quando da sua intervenção no modelo seja evidente, a noção de separação entre diferentes especialidades e diferentes fases do empreendimento começa a desaparecer.

É, também, nesse nível de maturidade que se consegue associar as “n” dimensões do empreendimento com o modelo 3D. Enquanto que até ao nível de maturidade anterior, informações como custo, tempo de execução, sustentabilidade e gestão de recursos eram dados que estavam associados aos modelos individuais das especialidades e, assim sendo, esta informação poderia ser apresentada em separado do modelo e sujeita apenas à interpretação dos respetivos especialistas, com a colaboração surge a necessidade desta informação estar intrinsecamente ligada ao modelo, facilitando assim a leitura por parte de todos os intervenientes.

d) Nível 3: Integração

Nesse nível de maturidade, o sistema deverá ter por base uma rede de informação transitável em todas as direções, ligada em rede, e constantemente atualizada. As intervenções, por parte das diferentes entidades, provocam um efeito instantâneo no modelo comum ou em todos os modelos colaborantes no projeto.

Esta integração em rede permite uma comunicação fluída e associada, comum e atualizada, exponenciando a uniformidade do empreendimento em todas as suas vertentes. Fica também

disponível uma infinita possibilidade de análise da informação nas inúmeras dimensões do empreendimento, relacionando dados provenientes de todas as entidades e de todas as fases do ciclo de vida. Finalmente, é este nível de maturidade que permite reduzir eficazmente custos associados a prazos, incompatibilidades, desperdícios, etc

Segundo Rabelo (2018), há softwares específicos para o gerenciamento de empresas, denominados Sistemas Integrados de Gestão (*Enterprise Resource Planing – ERP*), sendo esses sistemas utilizados por empresas para auxílio em processos empresariais como: estoques, compras, vendas, finanças entre outros. Apesar dos recursos e ganhos operacionais que essas ferramentas podem fornecer, o autor ressalta que ainda há pouco uso dessas aplicações por parte de construtoras brasileiras, muitas vezes pelo desconhecimento ou por encararem a tecnologia como gasto e não investimento.

5 Desenvolvimento e análises

5.1 Concepção

O ponto inicial para formulação de uma solução é a ideação. Esse processo pode se basear em experiências pessoais e profissionais prévias, expertises em tecnologias, mercados e áreas de atuação. No caso desse trabalho, as ideias iniciais foram geradas a partir das experiências obtidas durante a participação do autor na empresa júnior Constru Soluções em Engenharia, devido aos serviços prestados, contato com clientes e desenvolvimento de projetos de engenharia, além do conhecimento obtido nas disciplinas do curso de engenharia civil.

Devido ao crescente uso do BIM no cenário local e nacional, pensou-se como essa tecnologia poderia ser melhor aproveitada no canteiro de obras, uma vez que, no Brasil ainda há o paradigma do uso da modelagem da informação da construção, majoritariamente, na etapa de projeto, principalmente, para obtenção de benefícios como análise tridimensional, extração de quantitativos e compatibilização de disciplinas. Dessa forma, todo o potencial de gestão da informação que a tecnologia oferece é perdida durante a transição entre as etapas de planejamento/projeto e execução.

A partir dessa visão, foram estudadas quais tecnologias somadas ao BIM poderiam agregar valor ao canteiro de obras. Visualizando o crescente uso de realidade virtual no mercado de projeto de arquitetura e design, que reduz custos (dispensa da necessidade de apartamentos decorados e facilidade prévia do entendimento do empreendimento pelo cliente, reduzindo assim, futuras alterações), indagou-se o motivo da construção civil não utilizar ferramentas de imersão, como realidade virtual, para análises de modelos 3D repletos de informação que facilitariam a tomada de decisão no canteiro de obras. Para compreender o cenário, foram feitos benchmarks e entrevistas por formulários com profissionais da construção civil na cidade de Uberlândia.

5.2 Validação

Para início da validação do aplicativo foi elaborado um documento com as diretrizes do projeto que serviram de base para as entrevistas, dividido em: definição do projeto, funcionalidades do aplicativo e hipóteses. Os itens do documento são detalhados a seguir:

a) Definição do projeto

O projeto é um aplicativo para tablet e celular, no qual é possível controlar a obra a partir do uso de realidade aumentada, ou seja, sobreposição de elementos virtuais sobre o mundo real. A realidade aumentada usa BIM 4D, onde todo elemento possui uma lista de informações, como: material, quantidade, custo, data de início, progresso, data de fim, ID da atividade, atividade(s) predecessoras e atividade(s) sucessoras.

b) Funcionalidades do aplicativo

As funções do aplicativo são:

- Medição de serviços;
- Controle de qualidade;
- Controle do cronograma físico-financeiro);
- Avisos de incompatibilidades, atrasos e não-conformidades através da visualização do modelo virtual.

c) Hipóteses

As seguintes hipóteses formuladas devem ser verdadeiras para que a solução seja comercialmente aceita:

- Os engenheiros utilizam smartphones e tablets na obra;
- As informações na obra estão em diversos *softwares* e profissionais;
- A visualização de informações e projetos em *softwares* e computadores é lenta e ruim de se fazer caminhando pela obra;
- Os projetos não são compatibilizados antes das obras e ainda geram atrasos e retrabalhos. Mesmo quando compatibilizados por escritórios, a interação com projeto continua sendo com plantas e não modelos virtuais com informação;

- Os projetos muitas vezes não apresentam detalhamento suficiente, prejudicando o entendimento do projeto;
- O acompanhamento do andamento da obra, em termos de atividades e custos é complexo e difícil de se medir.

Foi então elaborado um formulário eletrônico que foi enviado e preenchido em grande maioria por estagiários e recém-formados do mercado de construção civil de Uberlândia e região, de forma a compreender de forma mais generalista o momento do mercado e obter argumentos relevantes para validações futuras e mais assertivas com engenheiros.

As perguntas são apresentadas a seguir, nas Figuras 5 a 7.

Figura 5: Formulário online para validação de hipóteses - primeira parte

Uso de tecnologias no canteiro de obras

*Obrigatório

Qual seu nome? *

Sua resposta

Qual o nome da empresa que você trabalhou? *

Sua resposta

Qual seu setor e sua função na obra? *

Sua resposta

Você executa algum trabalho repetitivo que poderia ser automatizado? Se sim, qual? *

Sua resposta

Qual o maior problema do seu setor? (Se não houver grandes problemas cite de outras áreas) *

Sua resposta

Fonte: Autor (2019)

Figura 6: Formulário online para validação de hipóteses - segunda parte

Quais as tecnologias utilizadas na obra? *

- Software de gestão de qualidade
- Software de planejamento
- Software de orçamento
- Modelos BIM 3D
- Realidade Aumentada
- Drones
- Outro:

Essas tecnologias são suficientes para os problemas cotidianos? Por que? *

Sua resposta

Qual a maior reclamação dos supervisores ou responsáveis sobre a gestão da obra? *

Sua resposta

Você ou os profissionais envolvidos sentem falta de detalhamentos de projeto e informações mais precisas para execução e checagem da obra? *

- SIM
- NÃO

Como é feita a gestão da informação entre as equipes da obra? *

Sua resposta

Fonte: Autor (2019)

Figura 7: Formulário online para validação de hipóteses - terceira parte

Quais dispositivos móveis são usados na obra? *

- Tablet
- Smartphone
- Outro: _____

Qual tecnologia você implantaria para melhorar a gestão da obra? *

Sua resposta _____

Qual a maior barreira para adoção de novas tecnologias no canteiro? *

- Investimento
- Falta de informação
- O sistema atual satisfaz os gestores
- Experiências passadas mal sucedidas
- Falta de boas opções que solucionam os problemas
- Outro:

Fonte: Autor (2019)

Foram obtidas 37 respostas de entrevistados de 27 construtoras diferentes da cidade de Uberlândia. A seguir seguem os resultados das respostas:

- 54% dos entrevistados disseram que executam atividades repetitivas, sendo as atividades mais citadas: elaboração de quantitativos, preenchimento de fichas de verificação de serviço, medição de serviços e preenchimento de planilhas;
- O maior problema citado foi incompatibilidade de projeto;
- 81% dos entrevistados utilizam algum software comercial que auxilia no gerenciamento da obra;
- 54% acham que as tecnologias usadas por eles não são suficientes para resolução de problemas;

- 73% sentem falta de detalhamentos de projetos mais precisos;
- 38% dos entrevistados trabalha em empresas na qual o fluxo de informações é prioritariamente verbal;
- 78% utilizam smartphone para auxílio no gerenciamento da obra;
- BIM foi a tecnologia mais apontada para implementação visando melhoria da gestão de obras;
- As maiores barreiras para adoção de novas tecnologias no canteiro foram respondidas como: investimento (25%), o sistema atual satisfaz os gestores (25%), falta de informação (22,2%) e falta de boas opções que solucionem os problemas (16,7%).

4.2.1 Programa de aceleração Academic Working Capital

Atualmente são comuns programas que possuem como objetivo desenvolver startups por meio de um processo acelerado, nos quais os empreendedores podem trocar uma porcentagem de sua empresa pela participação no programa, que por sua vez fornece mentorias, networking com outras *startups* e investimento.

Há, também, os programas conhecidos como *equity free*, ou seja, aqueles nos quais para participar não é necessário trocar parte da startup para receber os benefícios. Um deles em específico é chamado de Academic Working Capital (AWC). Criado a partir de uma parceria entre o Instituto TIM e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o programa é exclusivo para estudantes que possuem um trabalho de conclusão de curso com foco em tecnologia e desejam transformá-lo em um startup. Como exigência para inscrição no programa, a equipe deve ter um líder matriculado na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso e, pelo menos mais um integrante que complemente as qualificações do líder. Além disso, no ato da inscrição é necessário enviar uma proposta que fundamente o projeto de forma comercial e técnica, através de um documento escrito e um vídeo de até 2 minutos.

A proposta submetida ao processo seletivo do Instituto TIM no programa AWC encontra no Anexo 1 deste trabalho de conclusão de curso.

A proposta foi analisada e a equipe foi aprovada no processo seletivo. Cada equipe foi alocada em um grupo com outras startups e um coach que exerceu o papel de mentor. O programa foi fundamentado por encontros online e presenciais, divididos em *Flippeds*, Interações Online e Workshops presenciais (Figura 8 e 9). As *flippeds* ocorreram online, através de vídeo

conferência e a cada quinze dias em um formato de mentoria, no qual cada startup do grupo apresentava o avanço da última quinzena e recebia *feedbacks* dos representantes das outras equipes e de seu mentor. As Interações Online por sua vez eram eventos com temáticas específicas para as fases de maturidade das startups no programa, que ocorriam em um formato de consumo de conteúdo e execução de atividades relacionadas. Por fim, os *Workshops* presenciais são eventos que ocorreram na cidade de São Paulo, na metade e ao final do período do programa, sendo o primeiro voltado para desenvolvimento de produto e o segundo para apresentação do MVP e consequentemente exposição para investidores.

Figura 8: Calendário oficial AWC



Este é o calendário das atividades e interações até o final do programa. Ajuste sua agenda e prepare-se para as sessões atualizando e subindo o material no Drive. **As Flipped (sessões online) acontecem sempre das 10h as 12h nos sábados. As Interações Online são sessões mais profundas que acontecem aos sábados das 9h às 18h.**

Dia	Atividade	Dia	Atividade
25/05	Flipped	14/09	Interação Online II - Deep into Dev
08/06	Flipped	28/09	Flipped
15/06	Flipped	12/10	Flipped
29/06	Flipped	26/10	Interação Online III - Deep into Biz
06/07	Interação Online I - Deep into Insight	09/11	Flipped
20/07	Flipped	23/11	Flipped
03/08	Flipped	07/12	Flipped
17 e 18/08	Workshop II (presencial)	16, 17 e 18/12	Workshop 3 - presencial e Feira de Investimentos

Fonte: Academic Working Capital (2019)

Figura 9: Metodologia AWC



Fonte: AWC (2019)

Para facilitar o acompanhamento dos mentores e a gestão da informação ao longo do programa, foram utilizados dois conjuntos de apresentações (*MS Power Point*), chamados de *Deck* e *Record*, nos quais eram preenchidos continuamente pela equipe e compartilhados via *Google Drive*. O *Deck* tinha como função organizar o trabalho, ser uma referência para os *coachs*, estabelecer um backlog e organizar as informações e os aprendizados de cada fase. Por outro lado, o *Record* tinha como função registrar o trabalho do time e facilitar o resgate de informações.

Essas apresentações tiveram dois índices ao longo do programa, sendo primeiro P, depois S e por fim BM. A letra P refere-se a problema, S a solução e BM a mercado. Essa mudança ocorreu devido a maturidade que as *startups* vão desenvolvendo e a consequente necessidade de adaptação das ferramentas contidas no *Deck* e *Record*. Essas mudanças foram marcadas pelos *workshops* e interações online, que serão exploradas a seguir.

a) *Workshop I*

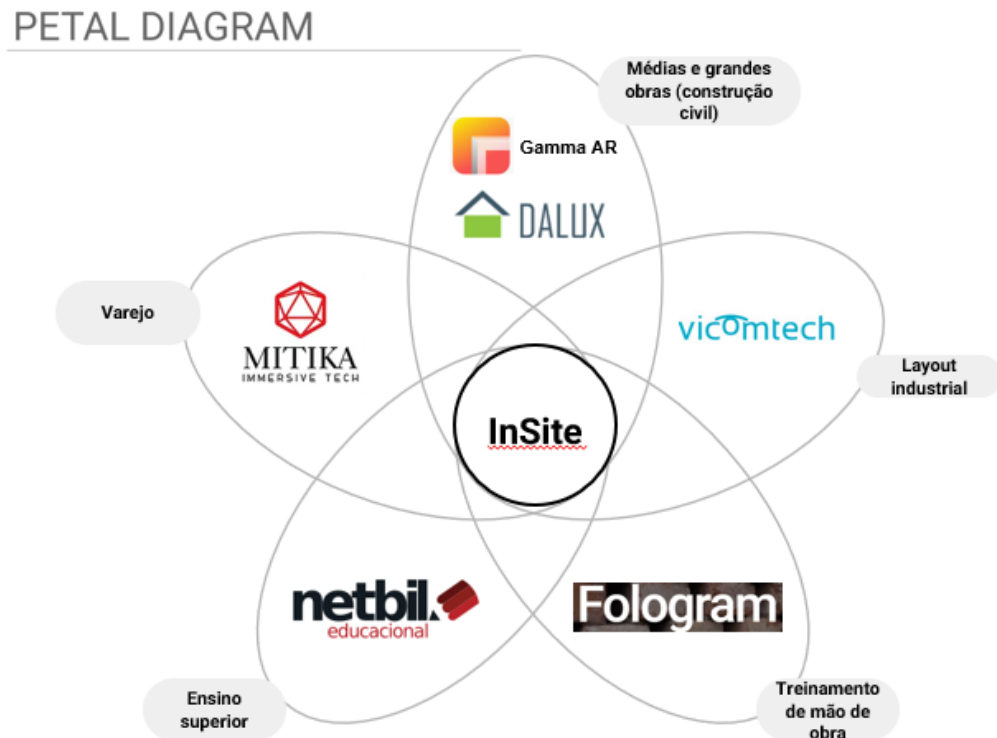
A abertura do programa, apesar de não estar presente na Figura 8, ocorreu no dia 04/05 através de um formato semelhante das interações online, onde foram passados conteúdos por vídeo e apresentações (*MS Power Point*), além das ferramentas contidas no *Deck* e *Record P*, ou seja, a metodologia do programa.

Nesse evento foram introduzidos diversos conceitos que diferenciam *startups* de empresas tradicionais, sendo que a definição de *startup* dada pelo programa foi: “uma organização temporária projetada para procurar por um modelo de negócios repetível e (eventualmente) escalável”. Desta forma, o grande diferencial de *startups* é a pesquisa contínua do problema antes de desenvolver qualquer solução, o qual, também, é conhecido como empreendedorismo científico, pois todas as decisões são tomadas por análise das interações com consumidores para validação rápida das hipóteses de mercado. Isso expõe as deficiências do método convencional de lançamento de produtos, no qual as hipóteses eram testadas após o lançamento, muitas vezes com previsões incorretas e focadas na experiência de negócios de gestores, o que levava a prejuízos financeiros.

Um dos principais objetivos do dia foi provocar os empreendedores para que as ideias deixassem de ser verdades absolutas e se baseassem em validações reais. Uma dessas provocações foi compreender se a tecnologia pensada para a *startup* não teria maior potencial em outros mercados. A ferramenta apresentada para esse exercício é chamada de *Petal Diagram* (Figura 18), onde são feitas as seguintes perguntas:

- Qual é o mercado mais promissor?
- Quais outros mercados possíveis para a solução?
- Quais empresas já atuam nesses mercados?

Figura 10: Petal Diagram



Fonte: Autor (2019)

Dessa forma, para preencher o *Petal Diagram*, é necessário seguir os seguintes passos:

1. **Passo 1:** Qual problema será resolvido?

Plataforma de exibição e compatibilização de projetos em realidade aumentada e em tamanho real com controle de cronograma de obra.

2. **Passo 2:** Fazer a primeira pétala com o mercado mais promissor.

Médias e grandes obras da construção civil.

3. **Passo 3:** Fazer as quatro outras pétalas pensando em outros mercados possíveis que tenham essa mesma dor.

Nessa etapa, foi analisado quais dores dentro da construção civil poderiam ser solucionadas com a realidade aumentada, sendo selecionadas as atividades de *layout* industrial (planejamento do canteiro de obras) e treinamento da mão de obra. Por último, foram escolhidos mercados nos quais a realidade aumentada já traz benefícios e que poderia ser adaptada ao setor de construção civil, como o de educação (ensino de engenharia civil) e varejo (apartamentos decorados).

4. **Passo 4:** Apresentar quem resolve dores similares em cada mercado.

As principais empresas encontradas para cada dor de mercado foram:

- Médias e grandes obras: Gamma AR e DALUX;
- *Layout* industrial: Vicomtech;
- Treinamento de mão de obra: Fologram;
- Ensino superior: Netbil educacional;
- Varejo: Mitika

Foi então introduzido o conceito de *Problem Solution Fit*, ou seja, o encaixe entre o problema ou dor de mercado que será resolvida e a solução. Essa fase é o ponto de partida no desenvolvimento de *startups* e consiste em conectar o seguimento de clientes a proposta de valor do produto ou serviço. *Problem Solution Fit* é um processo cíclico, no qual testam-se hipóteses de quais clientes mais combinam com a solução oferecida e vice-versa.

É interessante notar que na descoberta do seguimento de clientes, há diferentes agentes que devem ser compreendidos, sendo eles: pagador e usuário. No caso da solução desenhada até essa fase do programa, o usuário é o engenheiro gerente de obras, enquanto o pagador pode ser o cliente da construtora que está pagando pela obra ou a diretoria executiva da construtora, de acordo com o modelo de negócios.

A proposta de valor, por sua vez, não diz respeito às funcionalidades que o produto oferece, mas sim à experiência que é entregue ao cliente. No caso desse trabalho, a proposta de valor não seria: “plataforma de exibição e compatibilização de projetos em realidade aumentada e em tamanho real com controle de cronograma de obra”, mas algo relacionado à produtividade, economia, praticidade, e melhoria da experiência, por exemplo. Assim, a proposta de valor é o resultado prático que a resolução do problema do cliente causa em seu cotidiano.

Assim, foram inseridas ferramentas de como encontrar problemas do seguimento de clientes escolhido. A primeira dessas ferramentas é chamada de OAT, sigla de observe, ask e try, ou observar, perguntar e testar. No caso do mercado da construção civil, observar poderia ser acompanhar o dia a dia de uma obra para compreender o fluxo de trabalho, enquanto testar se enquadraria na experimentação, como na participação ativa em um processo ou uso de um *software* utilizado na obra.

Contudo, o processo de perguntas ou entrevistas foi tido como o mais importante devido a facilidade de alcançar grande volume de dados e por ser um processo contínuo ao longo do ciclo de vida de *startups*. As entrevistas também são especiais devido a compreensão gradual de que há problemas mais fortes e outros nem tantos, para que seja escolhida uma necessidade realmente relevante e que seja mais facilmente aceita pelo cliente. Vale salientar que esse problema é chamado de *hair on fire* ou cabelo pegando fogo, no meio empreendedor. Para melhor se preparar para as entrevistas, foi criado um protocolo de entrevistas, no qual foi estabelecido que os respondentes seriam engenheiros civis projetistas, gerentes de obras, mestres de obras, engenheiros de qualidade, arquitetos e engenheiros especialistas em BIM. O protocolo também continha um roteiro com as seguintes perguntas:

- O retorno de projetos compatibilizados compensa o custo?
- Projetos 2D são suficientes em um ambiente de obra ou falta algo que melhore a visualização?
- As obras possuem *wi-fi* para usar *softwares* que demandam fluxo de informações?
- Informação em tempo real é fundamental para o andamento da obra?
- Os donos de obras estão dispostos a pagar por um aplicativo que reduz retrabalho e custos?

Foram realizadas ao todo sessenta entrevistas, com duração variável de acordo com a profundidade que o entrevistado demonstrava possuir acerca do tema. No início, as entrevistas com projetistas e arquitetos foram fundamentais para se compreender o canteiro de obras por outra ótica. Contudo, as entrevistas foram focadas nos profissionais que estão mais presentes no canteiro, como os engenheiros gerentes de obras e os mestres de obras.

Apesar da busca por uma dor latente, outro conceito importante apresentado foi o de *Beach Head Market*, que significa o ponto mais fácil de entrada no mercado, onde os concorrentes não estão dando tanta atenção por exemplo. As ferramentas apresentadas para compreensão inicial do mercado foram Arquétipo e *Jobs to be Done*, que estão intrinsecamente relacionadas. O Arquétipo pode ser definido como uma representação do usuário da solução desenvolvida, que apresenta características diversas que ajudam a descrever a sua rotina. *Jobs to be Done* por sua vez é uma ferramenta que facilita a descoberta da rotina do usuário através da descrição de circunstâncias vividas e os trabalhos realizados para superá-las, ou seja, ajuda no mapeamento

de concorrentes indiretos pois torna fácil identificar o que já é usado para resolver determinada situação.

Neste workshop, a definição de arquétipo, através da aplicação de *Jobs to be Done*, da solução desenvolvida neste trabalho está descrita a seguir:

A) Nome do arquétipo:

Engenheiros executores.

B) Principais tomadas de decisão do arquétipo:

- Detecção de problemas;
- Planejamento de reuniões com projetistas;
- Sugestão de soluções para o problema encontrado;
- Busca de colaboradores com informações necessárias;
- Comunicação de alterações aos projetistas;
- Recebimento de alterações dos projetistas.

C) Como o usuário atua ou resolve o problema hoje?

Os problemas são detectados no momento da construção dos elementos da obra. O engenheiro executor detecta, convoca uma reunião para alterações e os projetos são modificados (pelos engenheiros ou por uma empresa especializada por realizar a compatibilização) e depois impressos, de forma a continuar o andamento da obra.

D) Descreva a rotina do usuário em torno do problema

1. Chegada à obra;
2. Vistoria geral da obra;
3. Conversa com estagiários e mestre de obra;
4. Atualização do cronograma e serviços realizados;
5. Detecção e resolução de problemas relacionados a incompatibilidades;
6. Atualização do escritório e o dono da obra;
7. Comunicação com empreiteiros e fornecedores de materiais.

b) *Flippeds* de 25/05 à 29/06

Serão mantidas neste trabalho a nomenclatura dos termos usuais em inglês do meio empresarial e de *startups* que foram usados ao longo do programa de aceleração AWC. As *flippeds* seguiram uma espécie de metodologia ágil de projetos, pois em cada *flipped* deveria ser registrado no *Deck* um *sprint review* e um *sprint planning*, ou seja, revisão e planejamento das atividades a serem desenvolvidas. No primeiro *sprint* era revisitado o que foi e não foi feito, além do principal aprendizado. No *sprint planning* era preenchido qual seria o objetivo da próxima quinzena e da atual, quais recursos seriam necessários e quais atividades seriam feitas.

Durante esse período foram feitas 53 entrevistas com profissionais do setor da construção civil (projetistas, gerentes de obra, mestres de obra, estagiários, arquitetos e engenheiros especialistas em BIM). Os aprendizados de cada quinzena são expostos a seguir:

I. Primeira quinzena:

Há uma certa conformidade nos problemas que ocorrem em obras, mas os imprevistos mais “grosseiros” são geralmente eliminados antes da fase de execução. Os motivos dos imprevistos muitas vezes são inviabilidade de sistemas construtivos e elaboração de projetos em períodos diferentes. Além disso, podem ocorrer várias modificações da arquitetura devido a vontade do cliente e a necessidade da construtora agrada-lo. Por fim, outro problema notado é mão de obra, por muitas vezes não compreender de forma correta como executar determinadas atividades.

II. Segunda quinzena:

Os problemas das obras são devido, em grande parte, ao que ocorre antes dela iniciar, ou seja, nos escritórios dos projetistas, que em sua maioria não possuem contato com as obras e não conversam entre si. Por outro lado, durante a obra, os problemas ocorrem devido as diversas alterações que não são alertadas aos projetistas, o que desencadeia problemas maiores, como gastos imprevistos devido a retrabalho. Há escritórios especializados em compatibilização de projetos e em modelagem BIM que oferecem serviços que melhoram a gestão das obras. Por fim, detectou-se que o problema de comunicação é latente antes e depois das obras.

III. Terceira quinzena:

Os gerentes de obra gastam boa parte do seu tempo com atividades operacionais, como medição de serviços realizados por empreiteiros e comparação do planejado e executado, mas também atividades cotidianas mais intelectuais, como: checagem de cronograma e estudo do projeto.

Há empresas que já trabalham com BIM, mas utilizam apenas visualização 3D, sem aproveitar as informações do modelo. A hipótese da organização de informações em diversos meios foi confirmada, além da vontade de ter algo mais acessível e de forma rápida. O planejamento muitas vezes é mal elaborado devido a cobranças de entrega, gerando gaps durante a execução.

IV. Quarta quinzena:

Há construtoras bem estruturadas que possuem um departamento de planejamento, sendo este responsável pela contratação de projetos e compatibilização. O engenheiro responsável pelo planejamento precisa de dados para acompanhar o andamento da obra e muitas vezes a comunicação com o canteiro é difícil. Nem sempre os serviços de consultoria chegam ao resultado quisto pela construtora devido a falta de comunicação. Muitas vezes requerido maior nível de detalhamento para que resoluções de compatibilização para determinados sistemas construtivo agregue valor.

c) Interação Online I – *Deep into insight*

A maior provocação dessa fase do programa foi a tomada de decisão de manter ou pivotar a ideia inicial. É um momento muito importante, pois se não feita de maneira correta e baseada em dados, pode acarretar em perda de tempo, tentando validar algo que o mercado não quer ou procurar outro mercado para utilizar a mesma tecnologia, sendo que o mesmo mercado adotaria uma tecnologia mais simples de ser implantada. Dessa forma, o pivô pode ocorrer geralmente de duas formas: mudança de segmento de clientes ou de tecnologia.

Dadas as análises realizadas do início do programa até esse evento, a decisão natural foi a de pivotar na tecnologia, devido dois fatores principais:

1. Lançamento do aplicativo Augin

Em março de 2019, foi lançado um aplicativo de realidade aumentada nacional específico para a construção civil. O aplicativo é gratuito e escalável devido seus plugins do Autodesk Revit, ArchiCAD, Tekla, Sketchup, TQS, que enviam o modelo 3D para a tela do celular em segundos. Além disso é possível mudar a escala do modelo, tirar fotos e gravar vídeos dentro do aplicativo.

Apesar de validar algumas das hipóteses criadas neste trabalho, percebeu-se algumas barreiras para o desenvolvimento da solução original deste trabalho. A primeira barreira é

a gratuidade do aplicativo, o que dificultaria ainda mais a concorrência com uma solução que já está no mercado e sendo amplamente divulgada, devido a grande empresa que está por trás do negócio, a Pauluzzi Blocos Cerâmicos. Outro ponto visto foi a viabilidade técnica da tecnologia, uma vez que o uso da realidade aumentada de forma dinâmica no canteiro de obras demanda uma atualização que ainda não está presente na maioria dos smartphones.

2. Mentoria com o Grupo de Pesquisas em Realidade Virtual da Universidade Federal de Uberlândia (GRVA)

Através da expertise do grupo (professores e alunos), compreendeu-se que a realidade virtual não é apenas a imersão feita pelos famosos óculos de realidade virtual. Na verdade, a realidade virtual pode ser definida por todo ambiente 3D no qual o usuário está imerso, ou seja, um simples jogo de vídeo game é uma experiência em realidade virtual.

Assim, devido a maior facilidade de gerar modelos tridimensionais BIM na tela de um smartphone ou tablet em relação a implantação de realidade aumentada, na qual os modelos seriam gerados sobrepostos e interagiriam com o ambiente real, optou-se por substituí-la por realidade virtual.

Nesse momento, os *Jobs to Be Done* do usuário encontrados após as entrevistas foram:

- Compatibilizar projetos;
- Carregar projetos, anotar informações e transferir para planilhas;
- Avaliar orçamento, cronograma e qualidade;
- Orientar a mão de obra (falta de detalhamento nos projetos).

E, conseqüentemente, as dores encontradas foram:

- Informações da obra desvinculados dos projetos de engenharia civil;
- As informações do dia a dia do canteiro são armazenadas em muitos lugares diferentes;
- É complexo medir a evolução da obra e comparar com o planejado.

O *Beach Head Market* por sua vez ainda estava complexo de se definir, pois apesar do foco da solução ser médias e grandes obras, não se sabia muito bem quais eram os concorrentes e como a solução resolveria os problemas citados.

A proposta de valor definida neste momento foi: aplicativo de acompanhamento de obras de médio e grande porte em 3D, atualizada em tempo real. É possível perceber que apesar de ter alguns elementos que destacam a solução ainda era difícil entender a real contribuição e benefícios para o usuário gestor de obras.

Quanto ao modelo de negócios, seguindo o conceito *software as a service*, foi pensado em uma fonte de receita mensal, ou seja, mensalidade pelo uso do aplicativo. Estimou-se o mercado de Uberlândia com quinze grandes construtoras como potenciais clientes com aproximadamente três obras cada, totalizando quarenta e cinco obras por um período de dois a três anos. Através de pesquisas online foram encontrados planos básicos mensais de softwares ERP específicos para a construção na faixa de R\$ 500,00, dessa forma, adotou-se um valor inicial para o aplicativo deste trabalho de R\$ 300,00. Por fim, para observar se havia perenidade no negócio, estimou-se que o faturamento mensal com cinco obras (*market share* de 11,1%) seria de R\$ 1500,00, enquanto que o domínio do mercado total de Uberlândia geraria um faturamento mensal de R\$ 13500,00. É necessário ressaltar que os custos fixos iniciais com salários dos fundadores, transporte para visitas de clientes, licenças de programas e despesas contábeis e jurídicas foram considerados como baixos. Assim, nesse grau de maturidade da startup, o mercado em foco se mostrou interessante, porém com grandes desafios, como: necessidade de difundir a tecnologia BIM entre as construtoras e competição eventual com softwares amplamente utilizados e indispensáveis pelas construtoras, os chamados ERP.

Após a decisão de pivotar a tecnologia da solução, a próxima etapa é a construção do MVP ou mínimo produto viável, cujo principal objetivo é gastar pouco com o aprendizado. A metodologia do AWC usa como base o ciclo Construir, Medir e Aprender e assim como é dito no livro *A Startup Enxuta* (RIES, 2012), que introduz esse conceito, o primeiro passo é compreender o que se quer aprender com o mercado e usuário (hipóteses), como medir a interação com os adotantes iniciais e por fim construir o experimento.

Nessa interação *online*, foi trocado o kit P de Deck e Record para o S, no intuito de apresentar novas ferramentas. A primeira delas é chamada de matriz de amarração, na qual são medidos resultados em cima de experimentos criados a partir de hipóteses. A criação de experimentos pode seguir maturidades de protótipos, sendo eles apresentados a seguir:

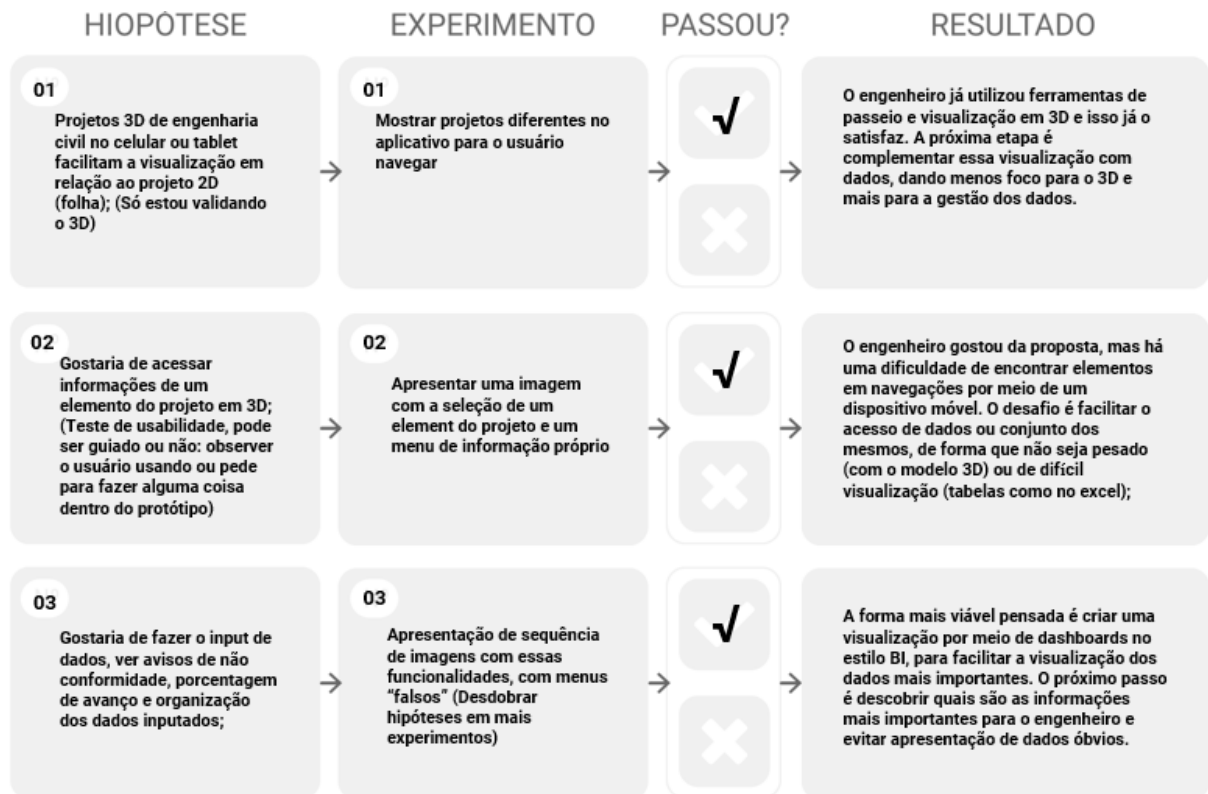
- Protótipo de guardanapo: é a representação mais simples que pode ser feita, como uma apresentação de slides, fluxo de processo, vídeo explicativo ou *mock-up* online;

- Protótipo de baixa fidelidade: é mais desenvolvido que o de guardanapo e já automatizam parte da proposta de valor;
- Protótipo de função crítica: é aquele que é praticamente um produto, com as funções principais bem estabelecidas, possuindo uma estrutura mínima de design.

Nesse primeiro momento, o objetivo é transformar os *leads* das entrevistas passadas em adotantes iniciais, garantindo seu engajamento. Não se pensa em escala, mas em algo mais específico que conquiste o cliente e que o faça se apaixonar pela solução, mesmo que o processo que entrega a solução ao usuário seja feito de forma manual pela *startup*, o aprendizado é o fator mais importante durante esse processo.

Para criação e teste dos experimentos, foi necessário focar em uma construtora que possuísse maior aderência a solução e que estivesse disposta a testa-la. A construtora encontrada, que terá seu nome preservado, possui mais de vinte oito anos de mercado e mais de cinco mil moradias construídas, segundo site da própria empresa. A aderência procurada se deu ao fato da empresa já investir em projetos compatibilizados e em BIM, além de apresentar vontade de investir em tecnologia que melhorem seus processos, visto que há obras fora da cidade de Uberlândia e a comunicação de informações se torna difícil devido à distância. Dessa forma, formulou-se a matriz de amarração, conforme é mostrado na Figura 8.

Figura 11:Matriz de amarração



Fonte: Autor (2019)

Nesse período de formulação de experimentos, foi desenvolvido um *pitch deck* de apresentação da solução para clientes, o que pode ser classificado como protótipo de guardanapo.

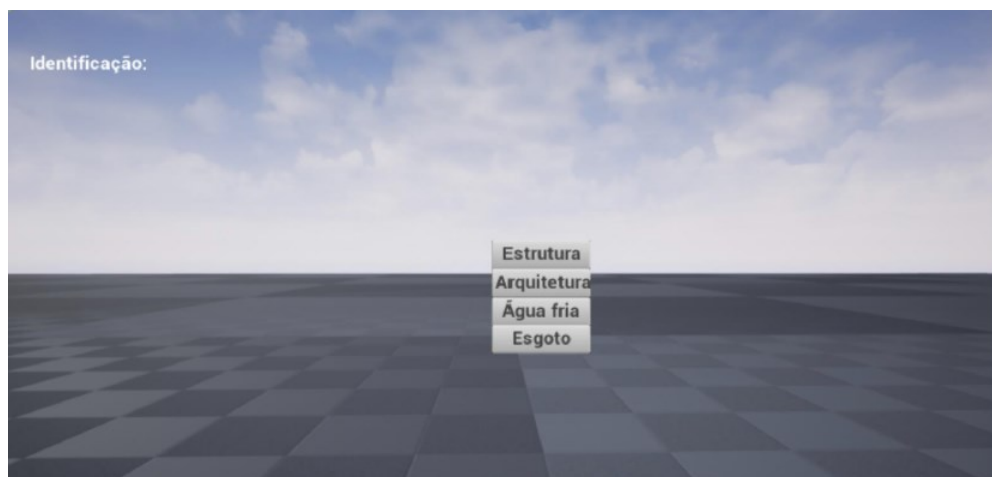
A estrutura da apresentação foi criada a partir da estratégia de *storytelling*, no qual primeiro é contextualizado o problema no qual o interlocutor vive, fazendo um *checklist* em cima da vivência do mesmo. Após essa etapa de convencimento do *lead*, apresenta-se então o que é e como funciona a solução. Mais da metade da apresentação foi acerca do problema, devido ao caráter de validação ainda necessário, focando-se, bastante, na falta de conexão entre informações da obra e o que está contido nos projetos. Na apresentação da solução, foram contadas as principais funcionalidades (Figura 9), seguida de um *mock-up* de telas do aplicativo (Figuras 10 a 15).

Figura 12: Funcionalidades protótipo de guardanapo



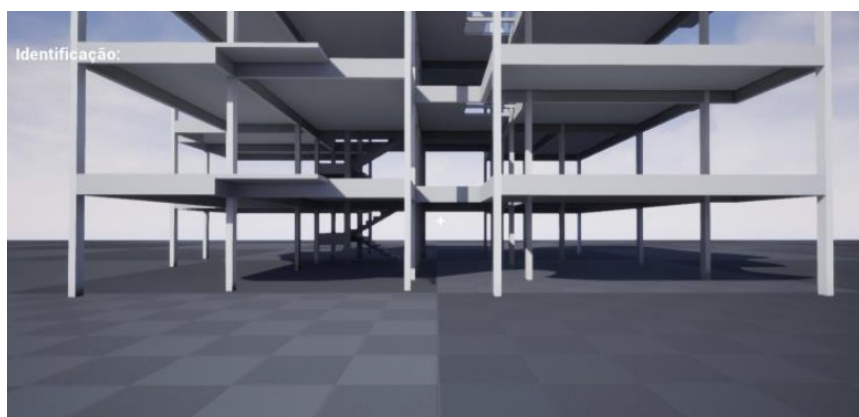
Fonte: Autor (2019)

Figura 13: Tela de escolha da disciplina - protótipo de guardanapo



Fonte: Autor (2019)

Figura 14: Tela inicial estrutura – protótipo de guardanapo



Fonte: Autor (2019)

Figura 15: Seleção elemento estrutural – protótipo de guardanapo



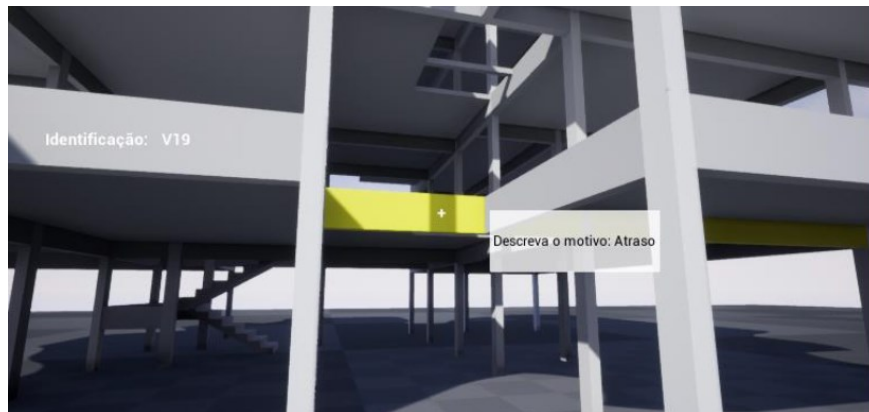
Fonte: Autor (2019)

Figura 16: Seleção de conformidade ou não conformidade – protótipo de guardanapo



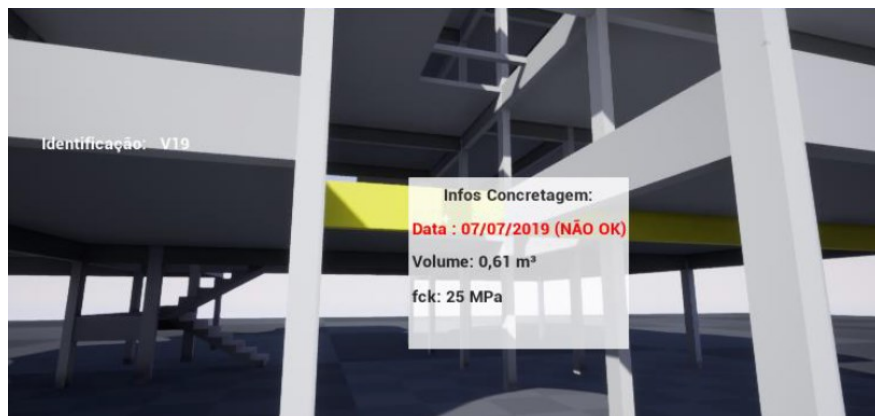
Fonte: Autor (2019)

Figura 17: Seleção de conformidade ou não conformidade – protótipo de guardanapo



Fonte: Autor (2019)

Figura 18: Informações elemento estrutural – protótipo de guardanapo



Fonte: Autor (2019)

Por fim, apesar das incertezas, foram apresentados os principais concorrentes do aplicativo, sendo eles:

1. Softwares de planejamento

São programas especializados em projeto BIM acoplados ao planejamento da obra, como Autodesk Navisworks e Synchro.

2. Softwares ERP

Possui diversas funcionalidades, como planejamento e controle de orçamento e cronograma, controle de estoque e acompanhamento financeiro por exemplo. Os líderes desse mercado são Sienge e TOTVS.

3. Aplicativos de passeio 3D

A aplicação se baseia completamente na visualização 3D, sem a função de inputs e na maioria das vezes com acesso apenas para usuários de softwares de projetos da mesma empresa. Os principais aplicativos do mercado são visualizadores BIMX e A360.

O *feedback* da construtora foi positivo e o aprendizado do protótipo de guardanapo está descrito na matriz de amarração da Figura 11. Devido ao interesse, foi marcada uma nova reunião na qual foi realizada uma oferta em que foi oferecido o desenvolvimento do aplicativo a um preço similar a mensalidade futura do mesmo. As negociações não foram concluídas, contudo foi feita uma análise das motivações do não fechamento da proposta, que são apresentadas a seguir:

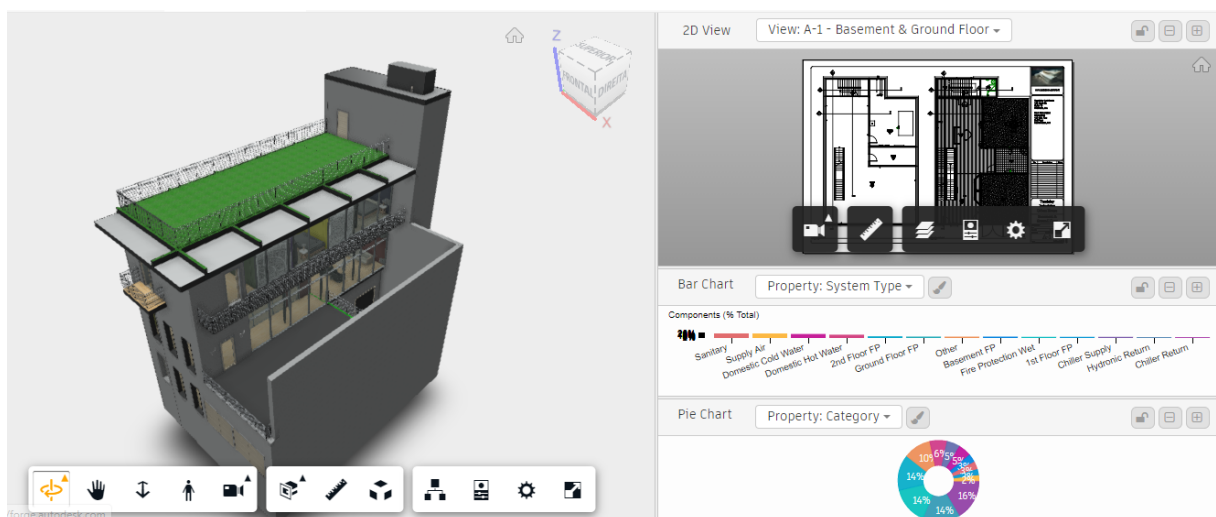
- O mercado da construção civil de Uberlândia ainda não possui a maturidade de inovação suficiente para investimento em um protótipo;
- O fator risco foi crítico para o não fechamento, pois a introdução de um novo sistema de controle necessitaria de mudanças na rotina de trabalho da construtora;
- Devido a necessidade de projetos em BIM, foi oferecida a modelagem e compatibilização dos projetos a construtora, o que pode ter gerado falta de confiança devido a experiência com a qualidade de projetos com escritórios especializados

Dessa forma, foi analisado que produzir projetos em BIM e realizar compatibilizações deixaria o processo de desenvolvimento da *startup* muito lento e pouco competitivo, levando-se em conta a existência e qualidade de escritórios da cidade, especializados no assunto. Além disso, optou-se por usar protótipos de guardanapo e de baixa fidelidade para aprendizado e co-criação, descartando a venda do desenvolvimento nesse momento. No entanto, os protótipos foram apresentados como primeiras versões de um aplicativo cuja intenção era tornar-se comercial e que resolvesse da melhor forma os problemas da construtora que descobriríamos ser os mais relevantes.

Entre a primeira Interação *online* e o primeiro *Workshop* presencial, foi realizada outra mentoria com o Grupo de Pesquisas de Realidade Virtual (GRVA) da UFU. Nesse encontro, foi questionado por parte do grupo as ferramentas que estavam sendo usadas para desenvolvimento do *software*. Até o momento, o *software* utilizado para o passeio virtual nos projetos foi o Unreal Engine 4 (Figuras 10 a 15) que apesar do grande poder computacional para

renderizações de cenários, possui uma interface pouco amigável e integrações ainda em desenvolvimento com os softwares de projetos em BIM. Foi então apresentado o Autodesk Forge, uma plataforma como serviço, ou seja, um ambiente de desenvolvimento e implantação completo em nuvem com APIs de aplicações da empresa de softwares para construção civil, Autodesk. Dessa forma, é possível utilizar o *know-how* da empresa para desenvolver um aplicativo com diversas funcionalidades, como: visualizador online, gerenciamento de dados, automação de design, captura de realidade, entre outras. A Figura 16 mostra uma versão *demo* de uma aplicação criada utilizando o Autodesk Forge.

Figura 19: Aplicação genérica criada por meio do Autodesk Forge



Fonte: Autor (2019)

Durante a preparação para o primeiro *Workshop* presencial, foi realizada uma pesquisa mais precisa com os concorrentes. Foram selecionados cinco *softwares* com diferentes funcionalidades para serem comparados com os do aplicativo deste trabalho. Os *softwares* são apresentados a seguir:

- Autodesk BIM 360

Amplamente conhecida no exterior e pouco difundida no Brasil, é uma plataforma que tem a proposta de conectar os *stakeholders* aos dados do projeto em tempo real. O *software* possui diversos módulos com funcionalidades que são mais adequadas para cada fase do projeto. O módulo *Docs* é voltado para gerenciamento dos documentos de projetos, *Build* para gerenciamento da obra e controle de qualidade, *Design* para

colaboração durante o design de projeto, *Ops* para gerenciamento de manutenção predial e *Plan* para planejamento da obra.

- Trimble Connect

Concorrente direta do BIM 360 e também pouco difundida no Brasil, é uma plataforma com a mesma proposta: conectar stakeholder aos dados de obra. Seu diferencial é a gestão estar focada no modelo tridimensional BIM.

d) *Workshop* II (presencial)

O primeiro evento presencial do programa ocorreu na cidade de São Paulo e dividido em dois dias. O primeiro dia foi realizado na USP (Universidade de São Paulo) e foi focado em desenvolvimento da solução, enquanto o segundo foi sediado na FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), onde cada *startup* pode divulgar seu progresso para o público formado por investidores, empreendedores e demais interessados.

O principal objetivo do *workshop* foi questionar o que havia sido validado em termos de desenvolvimento até o momento, de forma a preparar as *startups* para a criação de seus protótipos de função crítica. Foram então definidos critérios de *design* e os requisitos mínimos necessários para utilização da solução:

I) Modelos BIM integrados

Requisito: a construtora deve contratar projetos em BIM e compatibilizá-los;

II) Modelo BIM integrado a um cronograma

Requisito: cronograma bem definido;

III) Checklist do cronograma

Requisito: input de dados pelo usuário;

IV) Output de dados (relatórios)

Requisitos: planilha com colunas de atividades versus status, recados de não conformidades, dashboards com porcentagens construídas e relatórios de obra.

Após o recebimento de *feedbacks* dos integrantes das demais *startups* e dos *coachs*, indagou-se a relevância e o valor gerado pelo BIM na solução. Então, foi elencado como o BIM pode agregar no controle do cronograma, sendo:

- Visualização do status construído da obra;
- Medição da obra (quantidade de materiais);
- Comparação entre o planejado e executado;
- Tratamento de dados históricos para as atividades e obras futuras.

Ao final do *workshop*, foi feito um rascunho do protótipo de função crítica, como descrito a seguir:

Problema: Informações de projetos são sub-aproveitadas e as informações da obra (cronograma, orçamento e qualidade) não conversam com a obra. Há dificuldade no armazenamento de informações e realizar uma medição da evolução do projeto por meio de uma comparação do planejado e executado.

Arquétipo usuário: engenheiro de execução que possui pouco tempo para fazer análises, seu dia a dia consiste em resolver diversos problemas, que vão de intelectuais a operacionais.

Funcionalidade da solução: modelos 3D com informação, projetos acoplados ao cronograma, input de dados no formato de checklist e apresentação dos dados por meio de *dashboards*.

e) Interação *Online II*

Nesse evento foi explorado mais a fundo o desenvolvimento do protótipo de função crítica. Pode-se definir esse momento como a transição da proposta de valor (arquétipo e *Jobs to be done*) para as funcionalidade e engenharia do produto (protótipo e feedback do usuário) através de experimentos mais tangíveis e robustos.

Mesmo que em um estágio mais avançado de desenvolvimento, ainda era necessário pensar no mínimo entregável da proposta de valor, o que foi concluído que três *features* iniciais seriam o suficiente, sendo elas:

- Comparativo do planejado e executado;
- Validado através das fichas de verificação de qualidade, medição de atividades e conferências gerais ainda feitas manualmente pelos engenheiros, estagiários e mestres de obra. Essa comparação puxaria os dados do modelo BIM para análise mais precisa e automática;

- Aviso de não conformidade;
- Foi validado por meio da dificuldade dos engenheiros avisarem toda equipe de forma precisa, rápida e em um canal adequado os problemas, atrasos e pendências de forma integrada com as informações da obra;
- Dashboard com comparações;
- Motivado pela facilidade em se visualizar comparativos, tendências e gargalos que o gestor pode não analisar no dia a dia devido aos dados não estruturados e espalhados por diversos canais.

5.3 Construção do aplicativo

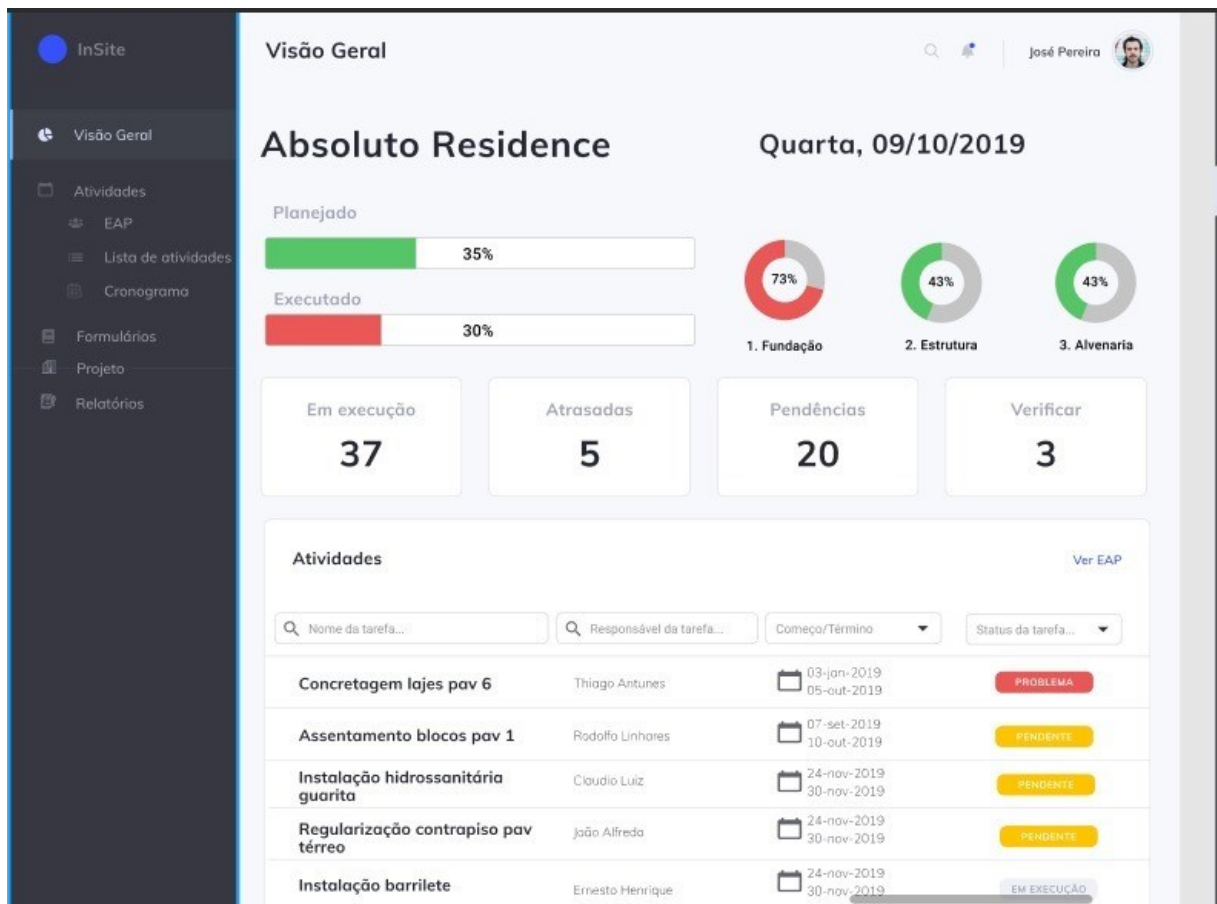
Foi iniciado então o processo de desenvolvimento das telas do aplicativo, que envolve a parte web (acessada por *desktop*) e mobile (acessada por *smartphones* e *tablets*). Primeiro foram elaboradas as telas de conceito da versão *web*, cujo principal usuário é o engenheiro de execução, devido ao fato de ser por meio dessa versão que é feito o planejamento, que são colocados os projetos em BIM e pela quantidade e variedade de informações, que foi pensada para ser maior que na versão *mobile*.

É importante salientar que os dados e informações presentes nas figuras desse trabalho, retiradas do protótipo do aplicativo InSite, não foram retiradas de uma obra real.

5.3.1 Interface *Web*

A tela inicial da versão web (Figura 20) foi pensada de forma a fornecer ao engenheiro uma visão clara e rápida da situação do projeto, através de barras de progressão do planejado e executado, além dos gráficos em rosca de porcentagens concluídas da Estrutura Analítica de Projeto ou EAP. As funcionalidades giram em torno de atividades, pois todas as informações como tempo, custo, mão de obra e materiais sempre se referem à alguma tarefa. Assim, há uma classificação de atividades em: em execução, atrasadas, com pendência e para verificar.

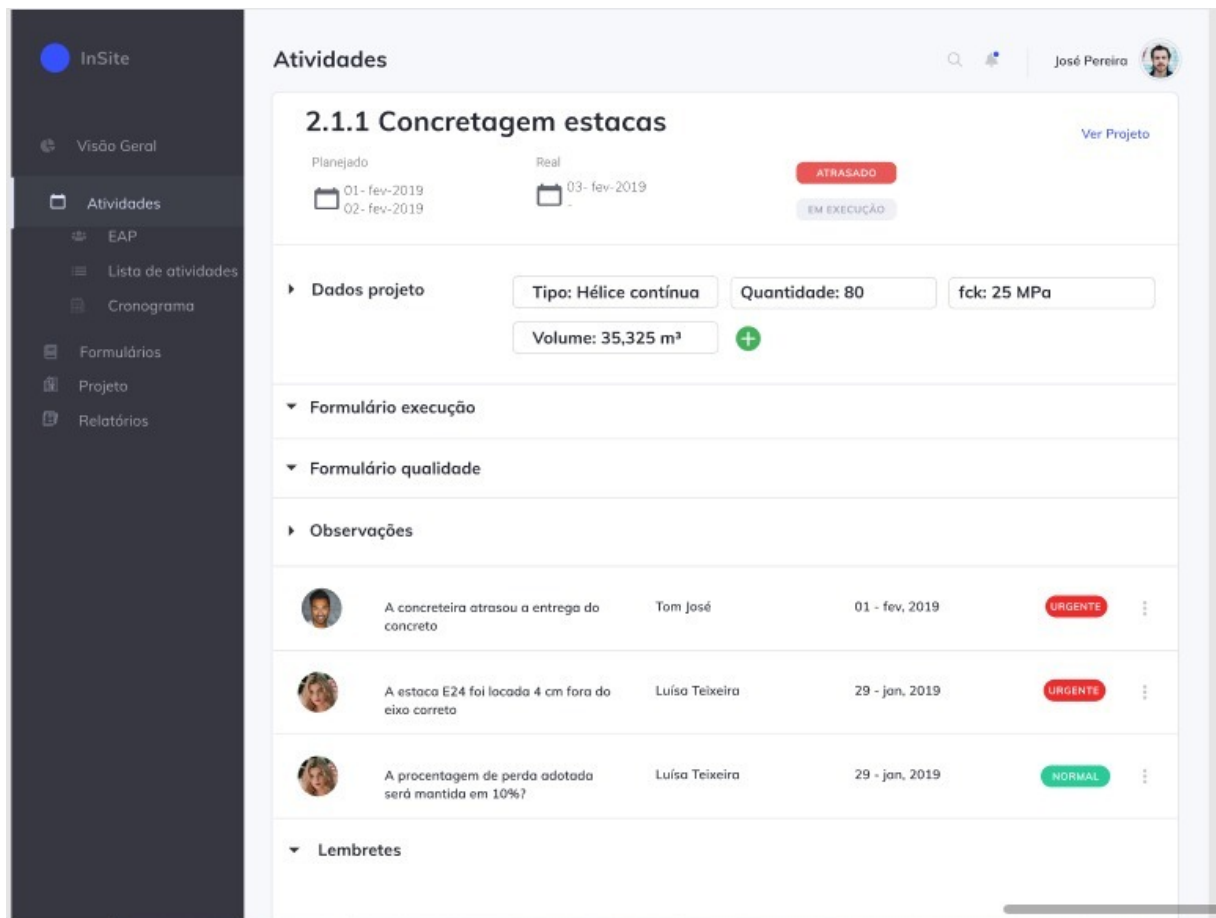
Figura 20: Tela inicial do aplicativo InSite



Fonte: Autor (2019)

A tela de atividades (Figura 21) possui a intenção de fornecer informações específicas e de comparação, como data de início e fim planejadas e reais, e etiquetas de seu status, como “atrasado” e “em execução”. Uma das funcionalidades com maior potencial de geração de valor era a exposição de dados puxados diretamente dos projetos em BIM colocados na plataforma. Havia também as funcionalidades de edição de formulários específicos para a atividade e colaboração entre *stakeholders* através de observações e lembretes.

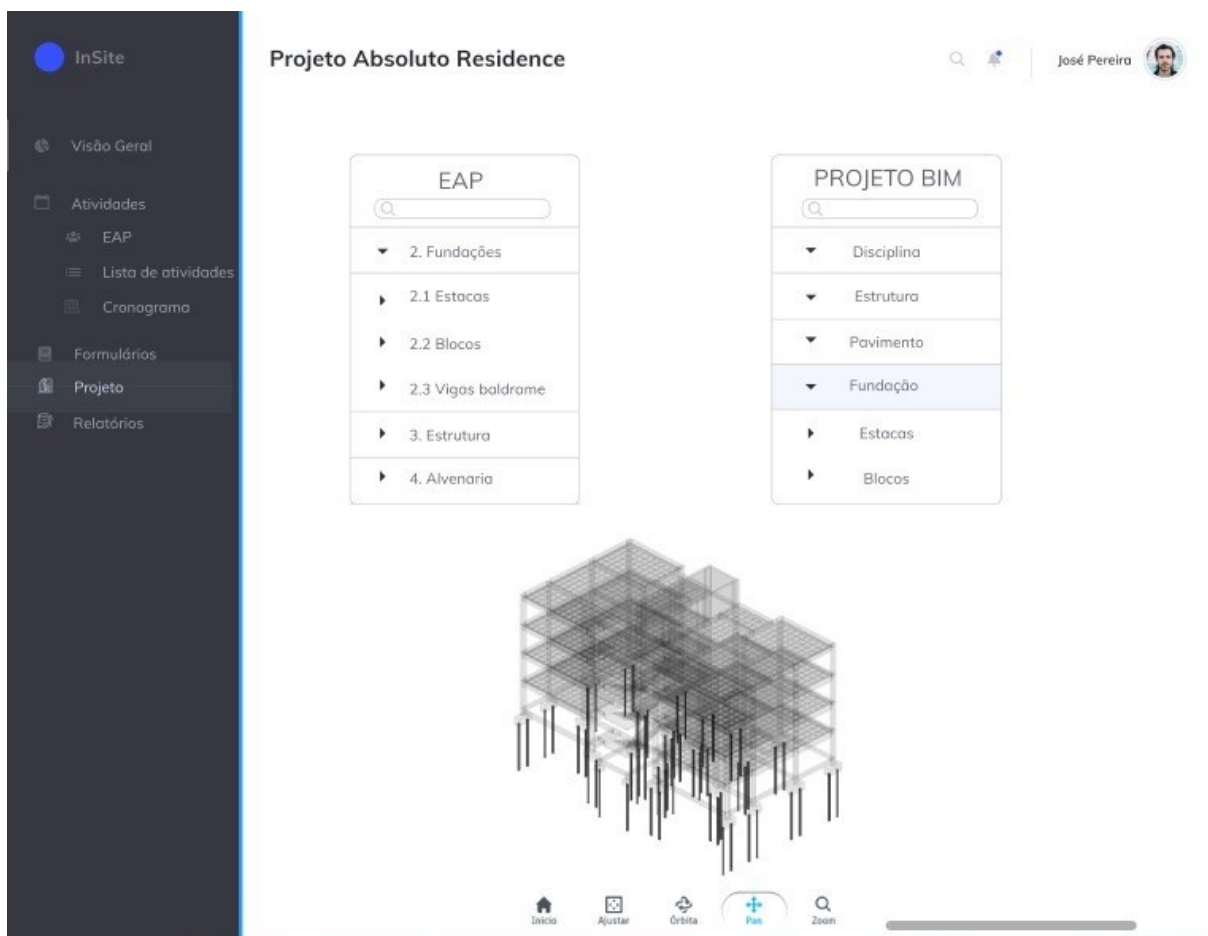
Figura 21:Tela de uma atividade do aplicativo InSite



Fonte: Autor (2019)

A Figura 21 apresenta o processo de acoplamento dos elementos em BIM ao cronograma, que procura ser mais prático e rápido que em outras plataformas. Deve-se notar que nesse momento, o modelo BIM começa a ficar em segundo plano, pois apesar de ser um diferencial competitivo em relação aos concorrentes, o aplicativo continua entregando valor ao usuário devido a seus *Jobs to be done* não necessitarem essencialmente da visualização dos projetos e de seus dados para serem resolvidos ou pelo menos melhorados.

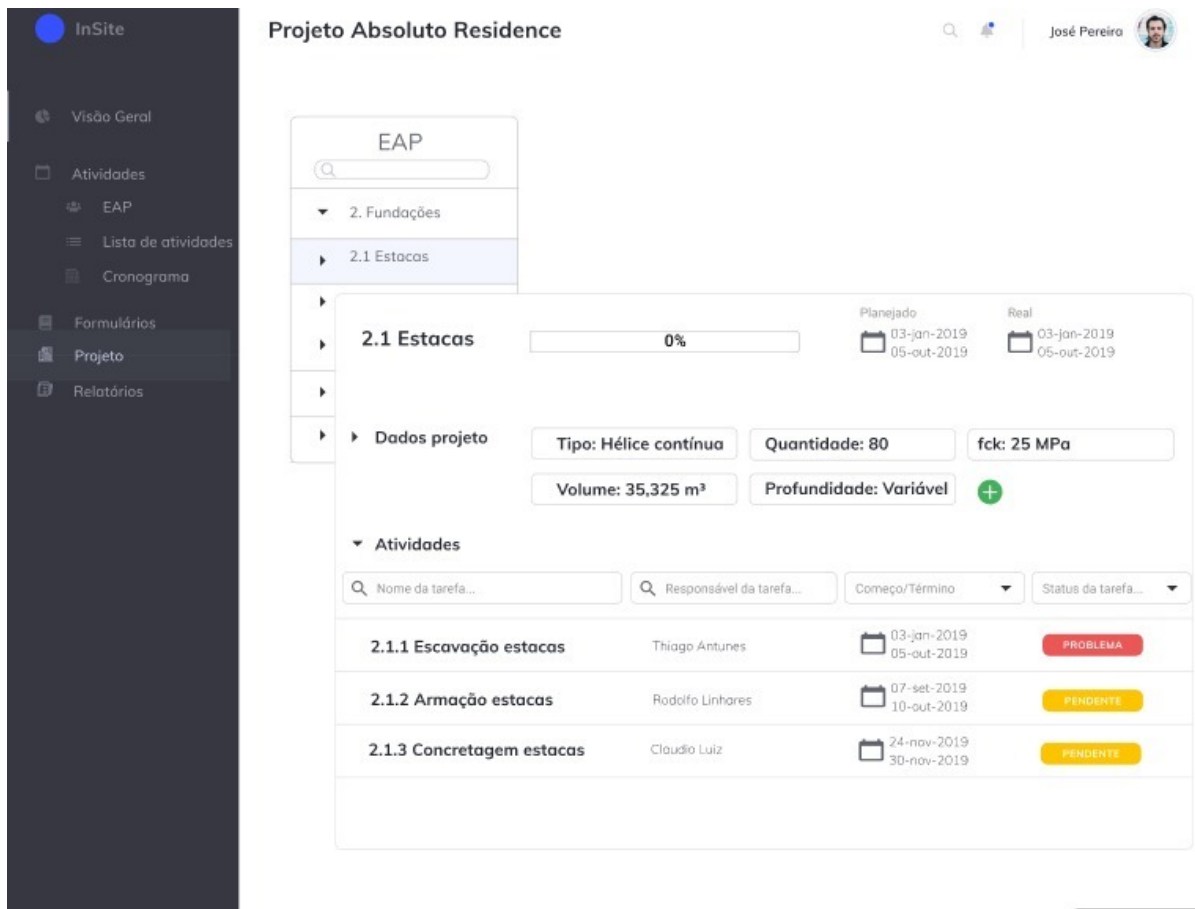
Figura 22:Tela processo de acoplamento projetos BIM e atividades EAP



Fonte: Autor (2019)

A tela de lista de atividades (Figura 20) mostra a visão holística que é possível ter dentro de uma grande entrega, ou seja, quais atividades estão relacionadas, seu status, responsável e dados de projeto.

Figura 23: *Pop-up* da tela de uma lista de atividades



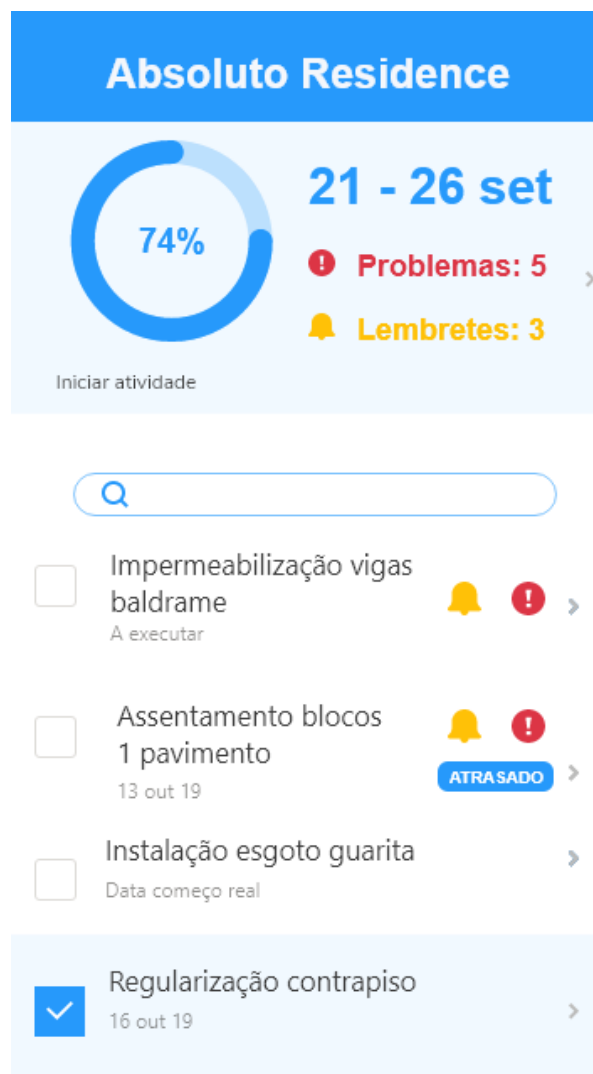
Fonte: Autor (2019)

5.3.2 Interface *Mobile*

A interface *mobile* são os fluxos de telas criadas especificamente para os *smartphone*. Viu-se a necessidade de criar a aplicação *mobile* após entrevistas com mestres de obra, onde foi analisado que este profissional é um agente muito importante dentro das obras e que o recurso tecnológico que este mais utiliza é o *smartphone*. Um dos usuários da solução é esse arquétipo, pois foi visto, nas obras dos clientes adotantes iniciais, que mesmo em pequenos empreendimentos, toda a cadeia acima dele utiliza algum recurso tecnológico de gestão (ERPs e planilhas eletrônicas são os mais comuns). Assim, a versão *mobile* é fundamental devido a dinamicidade do canteiro de obras, na qual seus gerenciadores realizam deslocamento intenso ao longo do dia. Foi validado também a dificuldade de planejar as tarefas diárias e semanais, pois o cronograma de uma obra é dinâmico e é adaptado de acordo com as necessidades e imprevistos, contudo, as ferramentas usadas permitem pouca maleabilidade sobre o

cronograma, pois são aplicações que devem ter informação inserida manualmente todos os dias, criando um processo cansativo e repetitivo. Dessa forma, foi elaborada uma tela inicial chamada *sprint* semanal (Figura 21), que contém um *checklist* de atividades semanais. Os *sprints* semanais podem ser criados no início da semana ou em qualquer momento pelo gestor responsável. O programa rearranja o cronograma geral da obra automaticamente de acordo com a execução das atividades, oferecendo maleabilidade e automatização ao usuário

Figura 24: Tela inicial versão mobile do aplicativo



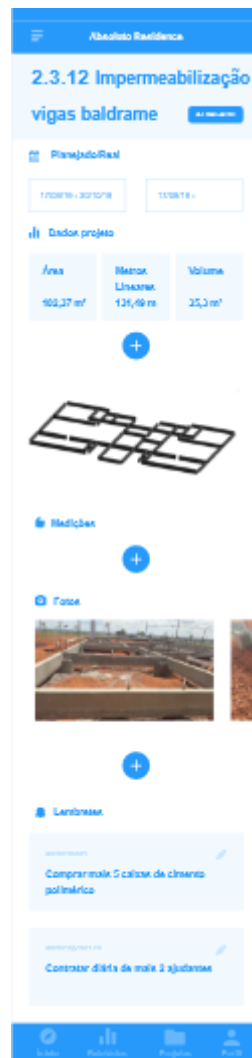
Fonte: Autor (2019)

Foram criadas as funcionalidades “problemas” e “lembretes”, sempre endereçadas a uma atividade específica. Foi verificada essa necessidade após a observação do volume de

informações que deve ser lembrada pelo gestor responsável e que por esse fator, ocorrem análises incorretas, confusões ou atrasos em processos operacionais.

Cada atividade possui sua tela específica, com data inicial e final planejada e real, opção de inserção de dados de projeto, medição de atividades conectada aos dados do projeto, relatório fotográfico, lembretes e problemas. A Figura 22 apresenta uma tela de atividade que está conectada a um projeto BIM, com os elementos 3D e dados de projeto puxados automaticamente. Embora não seja uma funcionalidade presente no mínimo produto viável, sua importância frente a melhor utilização dos projetos em BIM no contexto do canteiro de obras.

Figura 25: Tela de uma atividade do aplicativo



Fonte: Autor (2019)

6 Conclusão

Esse trabalho trata do desenvolvimento de um aplicativo de controle de obras para o mercado nacional. As principais conclusões obtidas são listadas a seguir.

Foram obtidas interessantes respostas no formulário *online* que deram um bom norte para o entendimento do mercado, no qual pretende-se fazer uso comercial do aplicativo desenvolvido neste trabalho e que possibilitou a elaboração da proposta do projeto aprovado no programa de aceleração de startups AWC. O formulário *online* foi uma boa ferramenta para descobrimento inicial e que pode ter resultados distorcidos, sendo necessário um tratamento dos dados coletados.

A participação no programa de aceleração AWC foi fundamental para este trabalho, pois as entregas feitas ao mesmo permitiram o desenvolvimento de uma maturidade de negócios para o projeto. A solução sofreu modificação diversas vezes, da concepção até o MVP, o que validou a característica de aprendizado rápido de *startups*. A tecnologia, as funcionalidades e o modelo de negócios só são eficientes se geram valor ao cliente e aprendizado ao empreendedor, sendo provas a não utilização da realidade aumentada e do BIM no mínimo produto viável.

Os pontos chave para alcançar a formatação do mínimo produto viável deste trabalho foram as visitas presenciais a potenciais clientes, devido a maior profundidade desse tipo de encontro e a criação de uma rede de contatos no mercado de construção civil de Uberlândia. Foi essencial para este trabalho encontrar clientes adotantes iniciais que “investiram” no conceito da ideia, que se engajaram com a experimentação de protótipos e que deram *feedbacks* construtivos. Dessa forma, esse grupo é o foco do lançamento comercial do aplicativo deste trabalho.

As perspectivas futuras desse trabalho são o lançamento do aplicativo comercialmente, para obtenção de *feedbacks* dos clientes adotantes iniciais e realização de um processo de melhoria contínua. Também são objetivos futuros a consolidação do modelo de negócios, alcançar escala nacional e ser referência de aplicação tecnológica para obras da construção civil. Por fim, a motivação deste trabalho foi o desenvolvimento de um produto que visa melhorar o setor da construção civil, e desta forma, espera-se que esse projeto motive alunos da graduação a também utilizar o trabalho de conclusão de curso como agente transformador para o mercado que estão se formando.

REFERÊNCIAS

BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BARBOSA, F.; WOETZEL, J.; MISCHKE, J.; RIBEIRINHO, M. J.; SRIDHAR, M.; PARSONS, M.; BERTRAM, N.; BROWN, S. **Reinventando o setor de construção por meio de uma revolução na produtividade.** McKinsey & Company, 2018. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution/pt-br> >. Acesso em: 20 de abril de 2019.

GERBERT, P.; CASTAGNINO, S.; ROTHBALLER, C.; RENZ, A.; FILITZ, R. The Transformative Power of Building Information Modeling. **BCG**, 2016. Disponível em: < <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2016/engineered-products-infrastructure-digital-transformative-power-building-information-modeling.aspx> >. Acesso em: 20 de abril de 2019.

GRAZINA, J. F. L. **Realidade Aumentada aplicada a BIM para monitorização do progresso e controle de produção na Construção.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 2013.

HASLEHNER, R.; JOBERT, F.; BRUNELLI, J.; NOGARA, A.; RODIO, R.; VÉROUX, D. Boosting Productivity in Construction with Digital and Lean. **BCG**, 2018. Disponível em: < <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2018/boosting-productivity-construction-digital-lean.aspx> >. Acesso em: 13 de maio de 2019.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

PONTES, J. M. P. C. J. **Modelo de Maturidade BIM para a Indústria Nacional.** Dissertação (Mestrado). Faculdade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2016.

CRUVINEL, L.R. **Uso de sistema integrado de gestão empresarial como ferramenta de gerenciamento de empresas de engenharia civil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

RIES, E. **A Startup Enxuta.** Editora Casa da Palavra, 2012.

ANEXO – PROJETO APROVADO NO PROGRAMA AWC

Título

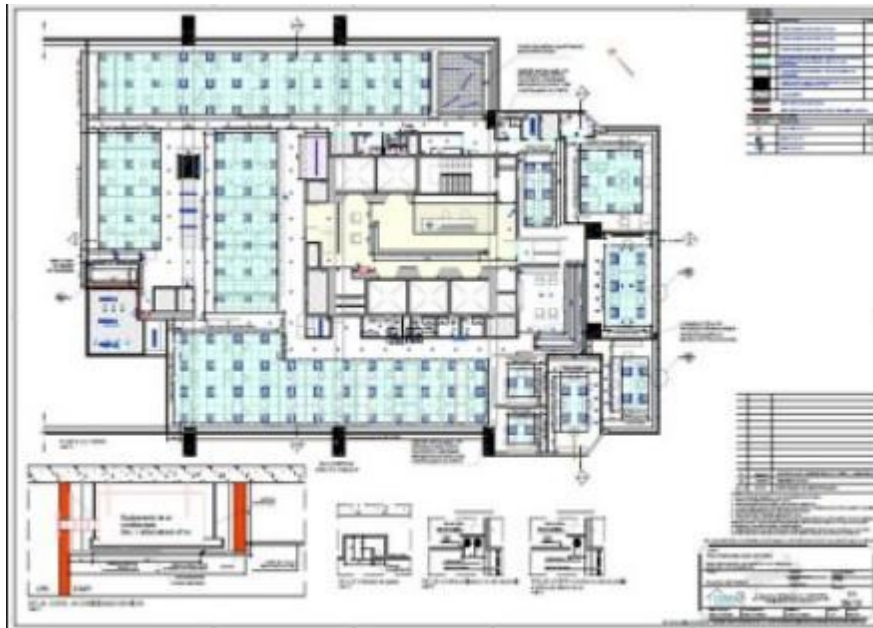
InSite

Resumo

A indústria da construção civil é notadamente uma das menos produtivas quando comparadas a outras. Alguns dos motivos da baixa produtividade são a pouca qualificação da mão-de-obra, o foco na execução, projetos pouco detalhados e sem compatibilização, fluxo de informações descontínuo no canteiro de obras, atrasos devido a cronogramas incompatíveis com a realidade, além de desperdícios, gastos e retrabalhos.

A solução para este problema se inicia com a adoção do Building Information Modeling (BIM). A palavra mais importante dessa sigla é a informação, pois revoluciona a forma como os projetos são concebidos, compreendidos e executados no canteiro de obras. Ou seja, BIM pode ser definido como uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações sobre um projeto. Assim, as Figuras 1 e 2 comparam um desenho em duas dimensões, representado por linhas, com um projeto em BIM, modelado em três dimensões e repleto de informações específicas.

Figura 1 : Projeto em planta em duas dimensões



Fonte: proddigital (2019)

Figura 2: Projeto em BIM, no qual todos os elementos possuem informação



Fonte: beyond design (2019)

Contudo, mesmo com o incentivo e consequente aumento de uso de softwares com a tecnologia BIM, como Revit, Archicad e QiBuilder, há ainda uma grande trilha a ser percorrida, uma vez que a interação dos gerentes de obra com esses projetos, repletos de informação durante sua concepção, ainda é feita em folhas impressas no formato de 2D, ou seja, toda a informação

criada durante a concepção dos projetos é subutilização ou mal aproveitada durante a execução dos mesmos, no canteiro de obras.

Faz-se necessário explicar como funciona o fluxo de projetos de engenharia civil no Brasil. A base de todo empreendimento é o projeto arquitetônico, sendo este enviado por seu criador para os demais profissionais que serão responsáveis pelos chamados projetos complementares: estrutural e de instalações. Nessa etapa, os profissionais têm pouco ou nenhum contato entre si, gerando grande incompatibilidades entre projetos, como: tubulação de esgoto que passa dentro uma viga, janela coincidindo com um pilar e até mesmo elementos estruturais não coincidentes com a arquitetura do empreendimento. Finalizados os projetos, os mesmos chegam na obra para serem executados. Contudo, devido as diversas incompatibilidades e inconsistências, o engenheiro responsável pela obra deve gerir esses problemas in loco, gerando atrasos para análise da melhor alternativa para controlar o problema, evitando retrabalhos e custos não planejados.

Desta forma, a interatividade com modelos BIM no canteiro de obras é definitivamente o próximo passo a ser dado para melhorar a gestão de obras no Brasil. Não transportar os projetos, com grande detalhamento geométrico e informações fundamentais contidas nos mesmos, do escritório para obra é uma das barreiras que devem ser quebradas para tornarmos a construção civil mais produtiva e sustentável. Assim, ter acesso a todas informações na palma das mãos em uma só plataforma trará comodidade, facilidade, previsibilidade e empoderamento para tomada de decisões.

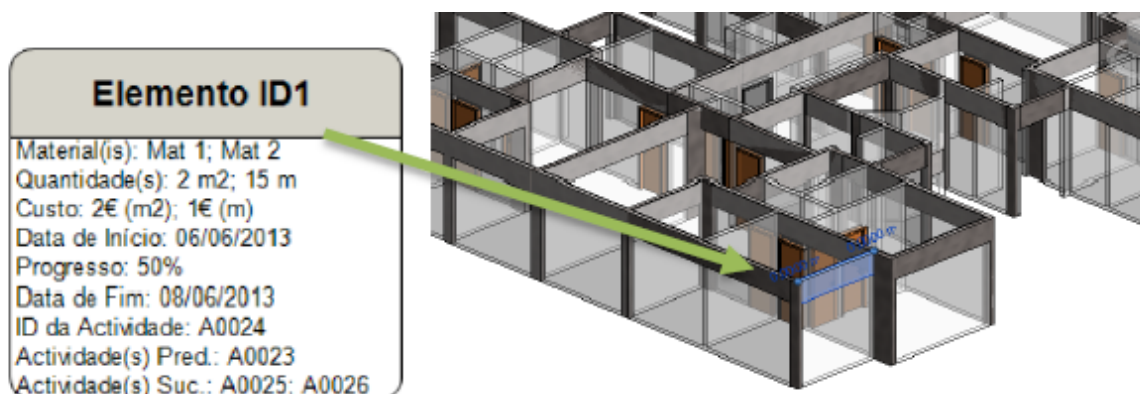
Apresentação do produto

O aplicativo InSite nasce com o objetivo de facilitar a gestão de obras a partir de duas palavras importantes na indústria 4.0 e para inovação na construção civil: informação e interação. Um dos pontos vitais em qualquer obra são as informações, que surgem de duas formas: através do planejamento (materiais, custos e tempo de execução são algumas delas) e as que nascem no dia a dia de execução (pode-se dizer que é o relatório comparativo com aquilo que foi planejado). Com o avanço computacional, foi-se o tempo em que esse montante de dados era armazenado em planilhas, fichas impressas, plantas em 2D e rascunhos, gerando acesso a informação de forma limitada ou conflitante. Para isso, o InSite permite a visualização de todos os projetos de forma tridimensional em apenas um lugar, compatibilizados, com todas as

informações organizadas e com a interação que o usuário preferir: em primeira ou terceira pessoa e até mesmo em realidade aumentada.

Além de promover uma visualização mais assertiva através do modelo 3D, podemos combinar todos os projetos em apenas uma vista, permitindo a antecipação de problemas de incompatibilidades entre projetos. A visualização em três dimensões dos projetos é apenas o início das vantagens que o aplicativo oferece, uma vez que todos os elementos dos projetos (pilares, tubulações de água e esgoto, paredes e etc) contêm todas as informações necessárias em apenas um lugar, chamado de menu de informações. Esse menu contém: material, quantidade, custo, fornecedores, data de início, progresso, data de fim, identificação da atividade, atividade(s) predecessoras e atividade(s) sucessoras. Desta forma, com apenas um toque, você encontra todas as informações planejadas para executar sua obra, conforme é apresentado na Figura 3.

Figura 3: Menu de informações



Fonte: Autor (2019)

Além do InSite permitir que você analise todo o planejamento com rapidez e segurança, facilitamos também a checagem do executado em relação ao planejado, ou seja, o aplicativo é um assistente para o controle de sua obra.

Através de filtros o usuário pode visualizar os projetos completos interagindo entre si, por disciplinas (apenas arquitetônico e estrutural por exemplo) ou por atividades. Esse sistema de filtros facilita o sistema de inputs de informação no modelo, uma vez que para fazer um checklist da concretagem dos pilares do primeiro pavimento por exemplo, não é necessário selecionar um pilar de cada vez e alimentá-los com a informação, mas apenas selecionar o filtro

estrutura e o subfiltro pilares, para desta forma acrescentar a informação de atividade concluída aos mesmos. O input de dados permite a comparação do planejado com o executado. Desta forma, se houver atrasos ou gastos que extrapolam o orçamento o aplicativo emite uma tag de alerta na tela do usuário, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Tag de alerta de um elemento com não conformidade

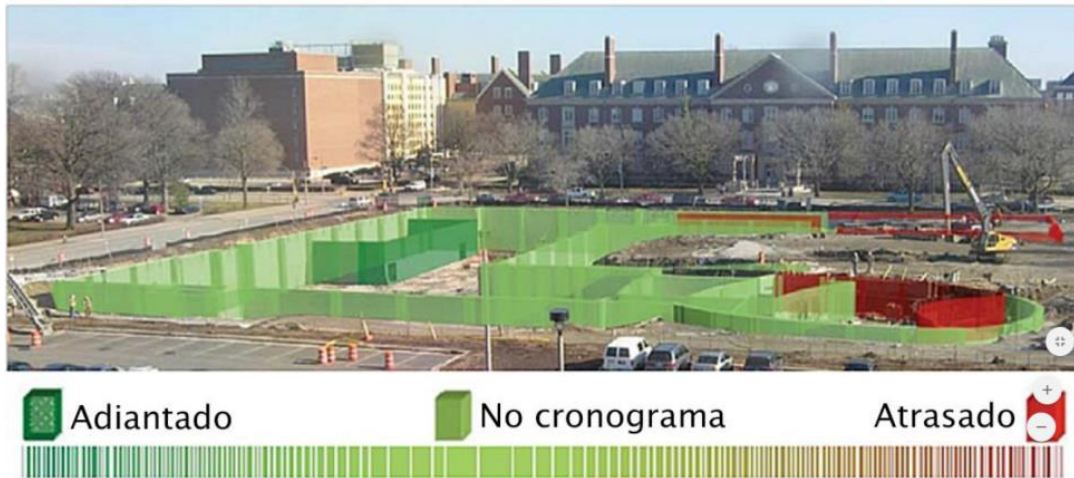


Fonte: Grazina (2013)

A verificação de qualidade dos elementos e atividades executadas também é possível pela adição de comentários sobre as etapas construtivas. Além de facilitar o trabalho da equipe de qualidade, permitimos também uma boa comunicação entre essa equipe e a de execução, evitando informações perdidas e retrabalhos.

A forma como o usuário navega pelo projeto é outro diferencial. É possível navegar em primeira ou em terceira pessoa. Ambas as situações podem ser feitas apenas com o modelo virtual ou a partir da sobreposição dos projetos no mundo real, através da realidade aumentada. A figura 5 mostra a realidade aumentada combinada a um controle de cronograma.

Figura 5: Projeto em realidade aumentada na escala real



Fonte: Sinduscon Novo Hamburgo (2012)

Visão de negócio

Para explicar o negócio, recorreremos ao Business Model Canvas e depois comentaremos o processo inicial de funcionamento do aplicativo.

Business Model Canvas

Proposta de Valor:

Aplicativo mobile que fornece todas as informações para o controle da obra de forma interativa, através da tecnologia BIM e realidade aumentada.

Segmentos de clientes:

Construtoras e incorporadoras com empreendimentos médios e grandes.

Canais:

Site da internet, redes sociais e equipe de vendas.

Relacionamento com clientes:

No início do negócio o contato no estilo de adotantes iniciais, ou seja, criaremos versões do aplicativo para que sejam testadas e hipóteses validadas a partir de feedbacks dos adotantes.

Fontes de receitas:

Como o aplicativo inicialmente será construído por meio da importação manual dos projetos em BIM, a forma de pagamento será calculada em função do tamanho e complexidade dos projetos do empreendimento, sendo pelo efetuada uma vez pelo uso contínuo da ferramenta.

Recursos principais:

Físicos: notebooks, smartphones e tablets.

Intelectuais: estudantes com know-how em modelagem de projetos de construção civil e programação.

Atividades principais:

Desenvolvimento contínuo do aplicativo, venda e acompanhamento da implementação e uso por parte do cliente (sucesso do cliente).

Parcerias principais:

Construtoras adotantes iniciais para construção de case e envio de feedbacks do uso do aplicativo.

Estrutura de custos

Salário da equipe, gastos com marketing digital e prospecção ativa, internet e licença dos softwares.

Para que aplicação do negócio são necessários três passos: compartilhamento dos projetos do empreendimento, importação do modelo para o aplicativo e finalmente uso do aplicativo na obra.

O compartilhamento é necessário para fazermos uma verificação nos projetos, que consiste em: identificar se os mesmos foram realizados usando a tecnologia BIM. Em caso positivo, basta juntarmos todos os projetos, caso contrário, o procedimento também é simples, desta vez sendo necessário modelar o projeto em BIM para visualizá-lo com as informações necessárias dentro do aplicativo.

O processo é fácil, pois para compartilhar os arquivos basta a construtora cliente utilizar uma ferramenta como Dropbox, Onedrive ou Google Drive, todas disponíveis gratuitamente para a nossa necessidade de armazenamento.

A segunda etapa consiste em importarmos os projetos já sobrepostos para nossa ferramenta gráfica na qual programamos o aplicativo.

A utilização do aplicativo foi pensado para facilitar a visualização das informações dos projetos através da interação com os mesmos. Desta forma, queremos que o usuário ache e seja informado daquilo que precisa. Comodidade e facilidade é o que o InSite busca oferecer. Seus principais recursos são: verificação de incompatibilidades, verificação do planejado com o executado, checklist de atividades, avisos de desvios de planejamento, controle de qualidade da execução e uso de realidade aumentada para visualização dos projetos sobrepostos no mundo real.

Em vias gerais, nosso fluxo de trabalho ocorre da seguinte forma:

- Recebimento dos projetos;
- Análise das inconsistências daqueles já modelados em BIM ou modelagem daqueles que foram concebidos em outras plataformas sem tecnologia BIM.
- Importação dos projetos sobrepostos para a ferramenta de programação Unreal Engine 4.
- Teste do aplicativo com os projetos importados;
- Uso do aplicativo pelos clientes.

Em um momento futuro, a ideia é fornecer maior autonomia ao usuário, permitindo que o mesmo importe os próprios arquivos no aplicativo, diminuindo uma etapa do processo. Contudo, é uma etapa que precisa ser validada com o avanço da modelagem de projetos em BIM no cenário brasileiro.

Estado da arte

A visualização de projetos em aplicativos para dispositivos móveis, no Brasil, têm crescido na área de arquitetura e design, focados na experiência do usuário final do empreendimento, ou seja, no conteúdo visual. Devido a essa demanda, aplicativos que emulam a imersão no projeto através de realidade virtual (Figura 6) e realidade aumentada estão em alta.

Figura 6: Passeio virtual em primeira pessoa

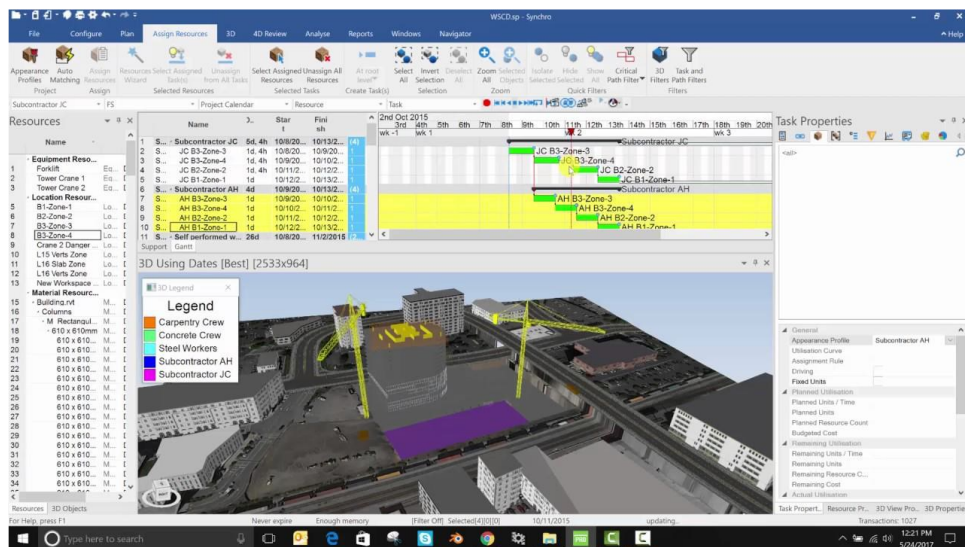


Fonte: Meu Passeio Virtual (2019)

Há também softwares especializados para verificação de incompatibilidades. A finlandesa Solibri é especializada na detecção de incompatibilidades entre as disciplinas de engenharia civil. Enquanto isso, os programas Navisworks e Synchro focam no chamado planejamento 4D, ou seja, aliam o planejamento de atividades, feito em planilhas ou softwares especializados (MS Project e Primavera são exemplos), à modelos BIM. Assim cada elemento ou conjuntos desses são associados à uma atividade do cronograma. A figura 7 mostra essa associação.

Contudo, deve-se salientar que enquanto essas ferramentas são amplamente utilizadas no exterior, seu uso no Brasil ainda é incipiente. Além disso, são ferramentas usualmente programadas para computadores pessoais, não sendo especializadas para aparelhos móveis.

Figura 7: Associação do cronograma de atividades com o modelo BIM

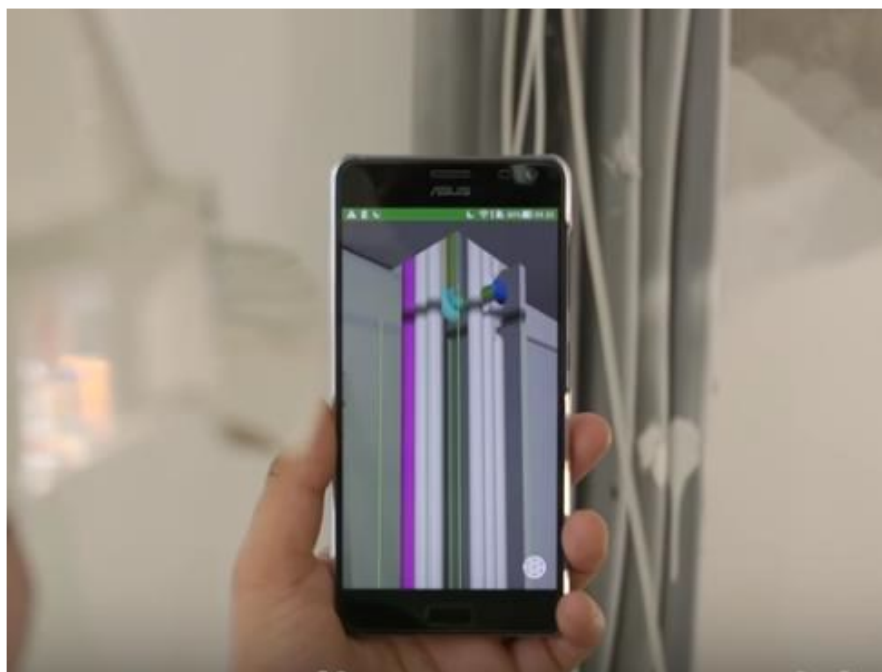


Fonte: 2019 (Synchro)

Em termos de gestão e controle de obras, há um avanço em ferramentas que combinam a visualização de modelos BIM com a nossa realidade. Essas aplicações exploram duas tecnologias em alta no mercado de construção civil, sendo elas realidade aumentada e realidade mista.

A sobreposição de projetos virtuais no mundo real (figura 8) já está sendo explorada por algumas empresas estrangeiras. Esse “casamento de realidades” é feito majoritariamente de duas formas: através da combinação da origem do projeto com a do terreno em que será feita a visualização ou através de um sistema GPS que localiza a posição do usuário no canteiro de obras.

Figura 8: Sobreposição do modelo virtual no mundo real



Fonte: Dalux (2019)

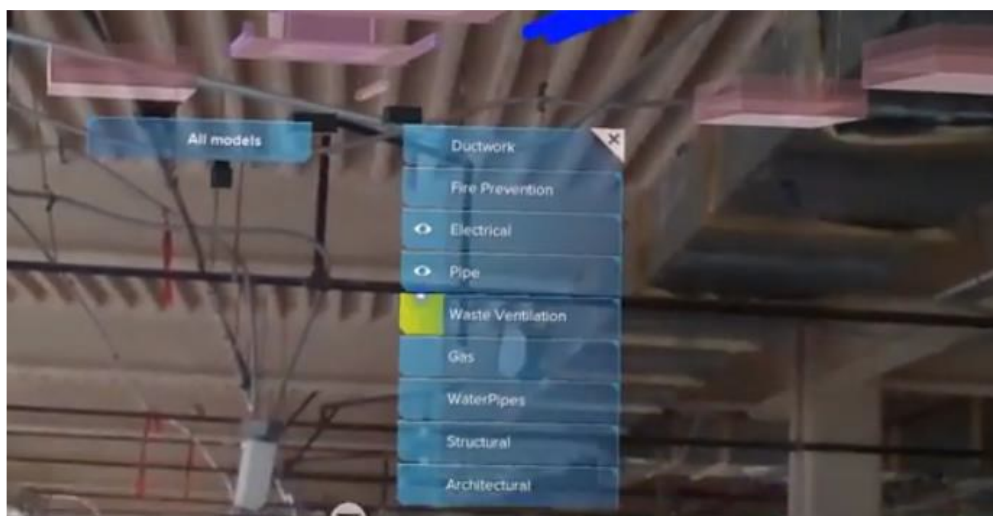
Além do uso de smartphones e tablets para acompanhamento de obras através de modelos virtuais, os capacetes ou visores de realidade mista estão ganhando espaço no mundo da construção civil. Contudo, esses aparelhos funcionam através da colaboração de empresas especializadas em modelos BIM, que estão desenvolvendo aplicativos específicos. Os nomes mais famosos no mercado são: Microsoft HoloLens (figura 9) e DAQRI Smart Helmet (figura 10)

Figura 9: Demonstração do uso do HoloLens



Fonte: Tekla Software (2017)

Figura 10: Campo de visão em realidade mista do capacete DAQRI



Fonte: DAQRI (2018)