

Mota, M. S. ¹; Lopes, R. G. C. ²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Rodrigues, P.B.F. ³

Professora Ma., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ michelsoares16@gmail.com; ² rafaelgustavo.eng@gmail.com; ³ prisbf@hotmail.com

RESUMO: Falhas em processos gerenciais como no planejamento, controle e/ou sistema de gestão da qualidade são as principais causas de perdas na construção civil, na maioria das vezes, em decorrência de se iniciar um serviço com restrições anteriores, o que reforça a necessidade de utilizar ferramentas da qualidade, como por exemplo, a ficha de verificação de serviço. Assim essa pesquisa almeja avaliar a funcionalidade e aplicabilidade no preenchimento *on-line* da FVS por meio de um aplicativo que visa uma integração futura ao sistema ao *software* de gestão e modelo BIM para geração do indicador avanço físico. Para isso foi realizado testes nesse *app*, desenvolvido por uma construtora de Goiânia, que por estar em fase inicial, apresentou algumas falhas e instabilidades no sistema. De maneira geral, esse *app* demonstrou ser mais funcional do que aplicável, visto que ainda são necessárias adequações para possibilitar sua completa utilização na obra. Entre essas se destacam desenvolver uma maior eficiência no processamento de informações vindas do *software* de gestão, melhorar o sistema de busca e na forma com que as informações são apresentadas no próprio aplicativo, para que funcione de maneira mais rápida e permita encontrar os objetos desejados.

Palavras-chaves: FVS on-line; Aplicativo; Tecnologia da Informação; Avanço Físico; BIM.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil

1 INTRODUÇÃO

As perdas na construção civil ocorrem por falhas em processos gerenciais (planejamento, controle e gestão da qualidade). Entra essas se destacam desvios de prazos, falhas nas programações dos pacotes de trabalho, frentes de serviços não liberadas, execução de tarefas não planejadas, mudanças de planos de ataque, mau dimensionamento das equipes para serviços programados e retrabalho (CASTRO *et al*, 2014; ULHÔA, 2017).

Koskela (2004) enfatiza uma perda, denominada *making-do*, que ocorre quando um serviço é iniciado sem que todos os itens necessários para sua realização estejam disponíveis, ou seja, com restrições anteriores. Isso, por sua vez, leva a vários outros tipos de perda como aumento da quantidade de trabalho em progresso (*Work in progress-WIP*), de retrabalhos, de despesas operacionais e redução da qualidade, de produtividade e da segurança (RONEN, 1992; KOSKELA, 2004).

Frente a esse cenário, acompanhar indicadores, utilizar ferramentas da qualidade e começar um serviço sem restrições anteriores são medidas importantes em direção a um planejamento e controle aliados a um sistema de gestão da qualidade (SGQ) que agregue valor ao produto final gerando, conseqüentemente, a satisfação do cliente (DANIEL *et al*, 2014; MELLO *et al*, 2008; MACHADO, 2003).

Um exemplo de ferramenta da qualidade amplamente empregada na construção civil é a ficha de verificação de serviço (FVS) que além de registrar se um serviço executado está ou não em conformidade com a qualidade esperada, possibilita um acompanhamento mais detalhado do processo executivo visto que muitos serviços subsequentes dependem da conclusão de serviços anteriores. Assim, é importante que a liberação de etapas sucessoras seja feita após aprovação e total conformidade com requisitos da FVS de cada serviço executado (LEAL e RIBEIRO, 2017; THOMAZ, 2001).

No entanto, com o grande número de informações para serem processados, utilizar tecnologia da informação (TI) se torna indispensável à medida que facilita o processamento de informações gerenciais

(NASCIMENTO e SANTOS, 2003). Assim, nos últimos anos evidencia-se uma forte iniciativa, tanto do mercado privado quanto de órgãos governamentais, na busca de novas tecnologias que melhorem a velocidade no processo de tomada de decisão. Portanto, o novo conceito de projetar chamado BIM possibilita o acesso a informações confiáveis com um processo colaborativo na modelagem virtual de uma edificação (PEREIRA, 2014; NBIMS-US, 2015; EASTMAN *et al.*, 2011).

Desta forma, o objetivo principal do presente trabalho é verificar a funcionalidade e aplicabilidade da ferramenta de preenchimento *on-line* da FVS. Aplicativo este que, futuramente, irá integrar a um sistema de controle do avanço físico, no modelo BIM e no *software* de gestão, proposto pela construtora, objeto de pesquisa. A análise foi realizada no período de junho a novembro de 2020.

Vale ainda ressaltar que em decorrência do estágio de desenvolvimento da proposta, delimitou-se essa pesquisa em avaliar somente o aplicativo, ficando sua interação com o *software* de gestão e modelo BIM para futura pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Planejamento e Controle

Na construção civil, planejamento pode ser definido por Laufer e Tucker (1987) como um processo de tomada de decisão realizada para antecipar uma ação futura desejada por meio de atividades, métodos, recursos, sequências e prazos eficazes para concretizá-la. Ballard e Howell (1998) acrescentam ainda que o termo planejamento na construção normalmente é associado ao controle do desempenho da produção de orçamentos, de cronogramas e das documentações contratuais a fim de realizar ações corretivas se necessário.

Desta forma, planejamento e controle estão diretamente relacionados visto que controle expressa o monitoramento do desempenho da execução comparado com o planejado, visando melhorias durante a produção da edificação (TURNER, 1993; MELLES, 1993; BALLARD, 2000).

A colaboração e responsabilidade de diferentes cargos (diretoria, gerência, engenheiro de planejamento, mestre de obra, estagiários e outros) é fundamental para implementar todo o planejado. Além disso, é uma das características do novo enfoque da qualidade: foco tanto no produto final quanto no processo. Assim, o aspecto da qualidade de um serviço deixa de ser apenas uma inspeção corretiva do departamento de controle de qualidade (LANTELME, 1994).

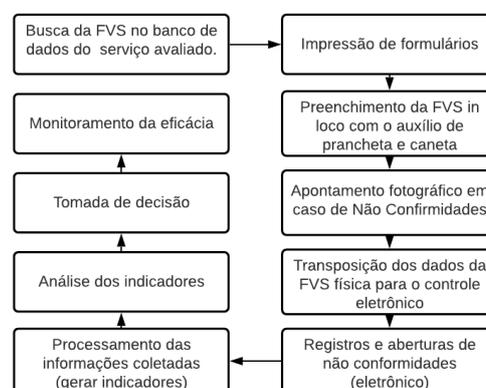
Esse novo enfoque enfatiza a indispensabilidade das medições para a melhora de processos e do desempenho. Medições que consistem no processo que envolve a decisão do que medir, de como coletar, processar e avaliar dados coletados. Nesse sentido, indicadores de qualidade e produtividade são maneiras de mensurar essa qualidade (LANTELME, 1994).

A finalidade principal de um indicador deve ser relatar de maneira simples uma situação específica que se pretende analisar. Expressar uma fotografia momentânea com dados que mensuram determinada atividade, o que possibilita, assim, que uma empresa controle vários processos internos relacionados à produção e externos (FERNANDES, 2004).

Efetivamente as ferramentas da qualidade surgiram em meados da década de 50 e vêm sendo amplamente aplicadas com o intuito de facilitar e colaborar com a gestão da qualidade. Destacam-se: o fluxograma, lista de verificação, histograma, diagrama de causa e efeito, diagrama de Pareto, gráfico de dispersão e *brainstorming* (PRATTI JUNIOR, 2017). Entretanto, apesar de todos esses recursos é fundamental conscientizar de que a gestão da qualidade é um ponto crítico na construção civil, visto que ela pode prevenir erros até garantir a qualidade do produto final levando, assim, a satisfação do cliente (JESUS, 2011).

Na prática, a FVS é uma dessas ferramentas amplamente empregada na indústria da construção. Trata-se de uma espécie de *check-list* com parâmetros específicos para acompanhar um determinado serviço. Essa deve ser preenchida no decorrer da execução de cada serviço do canteiro de obras a fim de manter determinada padronização (PRATTI JUNIOR, 2017; SOUZA e ABIKO, 1997; JUNIOR, 2011). A Figura 1 apresenta um fluxograma da elaboração de uma FVS de maneira tradicional.

Figura 1 – Fluxograma de uma FVS no método tradicional

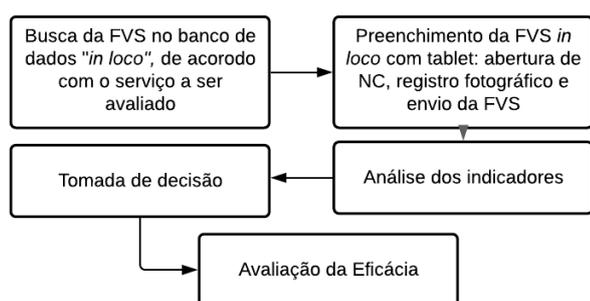


Fonte: Adaptado de Böes (2015).

Entretanto, como cada serviço executado necessita de uma folha diferente é imprescindível uma constante organização desses diversificados dados para rastreabilidade de registros (MACHADO, 2013). Frente a isso, a utilização de planilhas eletrônicas ou até mesmo aplicativos para dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones* surgem como simplificadoras dessas práticas (NETO; RUSCHEL; PICCHI, 2013).

Em estudo de Böes e Patzlaff (2016), por exemplo, houve a aplicação de um *software* que funciona tanto na *web* quanto em *mobile*, ou seja, utilizável com ou sem internet, com o principal objetivo de auxiliar no controle da qualidade de uma obra. Para isso, essa ferramenta além de possibilitar o preenchimento da FVS com *tablets* ou *smartphones* em campo, centralizou diversas informações como histórico de verificações, não conformidades (NC), registros fotográficos, procedimentos operacionais e projetos em um único local. A Figura 2 retrata a mudança do fluxograma de uma FVS com a utilização dessa tecnologia.

Figura 2 – Fluxograma de uma FVS com Tecnologia



Fonte: Adaptado de Böes (2015).

Dessa forma, pode-se observar uma otimização de processos, visto que etapas como transcrever os dados levantados da FVS em papel para uma planilha eletrônica, gerar indicadores, não serão mais necessárias já que, com esse novo processo, preencher a FVS apenas uma vez com *tablet* ou *smartphone* é suficiente para enviar esse documento para o *software* que gera automaticamente indicadores (BÖES E PATZLAFF, 2016).

2.2 Tecnologia da Informação como facilitadora de processos

A falta de informações estratégicas, a sobrecarga de informações, busca por sobrevivência no mercado são fatores que justificam a utilização de Tecnologia da Informação (TI) constantemente empregada para se referir a tecnologias com o intuito de capturar, armazenar, processar e distribuir informações de

forma eletrônica. Na construção civil, um grande inibidor para sua ampla disseminação é a grande distância entre a teoria e a sua prática efetiva devido à falta de padronização, baixa modernização gerencial e, até mesmo, mão de obra operacional desqualificada (NASCIMENTO e SANTOS, 2003).

Diante disso, essa tecnologia tem um papel fundamental na evolução das concepções construtivas. *Building Information Modeling* (BIM) pode ser definida como uma tecnologia de modelagem associados a processos que produz, comunica e analisa diversos modelos de construção. O BIM abrange diversas características, dentre elas a capacidade de simular os elementos construtivos em nível paramétrico e quantitativo, a produção de dados consistente em todas as visualizações do projeto e a coordenação das representações das diversas disciplinas (EASTMAN *et al.*, 2011).

Um modelo BIM pode possuir diferentes níveis de maturidade. Esses, por sua vez, estão diretamente relacionados às dimensões do BIM: 3D (modelo de objeto tridimensional), 4D (Planejamento -relacionado ao tempo), 5D (Orçamento – relacionado ao custo), 6D (Facility Management -relacionado a operação), 7D (Sustentabilidade) e 8D (Segurança) (SMITH, 2014). Eastman *et al.* (2011) diz ainda que essa capacidade multidimensional chegaria a um número infinito de dimensões para um modelo de construção (nível “nD”).

Aliado a isso, os níveis de desenvolvimento, mais conhecidos como Level of Development (LOD) possuem a finalidade de identificar a confiabilidade e clareza das informações necessárias de determinado projeto (BOLPAGNI, 2016). Esse refere-se ao grau de detalhamento das informações e geometria de um objeto e pode ser classificado em LOD 100, 200, 300, 350, 400 e 500, que são interpretados pelo American Institute of Architects (AIA) e BIM FORUM (2018).

Essas especificações de níveis de detalhe e de desenvolvimento (LOD) normalmente são detalhadas no BIM Execution Plan (BEP) e outros semelhantes (BOLPAGNI, 2016). Esse plano de execução é um documento eficaz para descrever como implementar o BIM para um projeto específico em todas as fases do projeto (MCADAM, 2010).

Deutsch (2011) diz que implementar o BIM não é apenas comprar e utilizar um *software* compatível com essa tecnologia, mas um processo social de colaboração e compartilhamento de informações por meio de atitude e mentalidade BIM (mentalidade de colaboração).

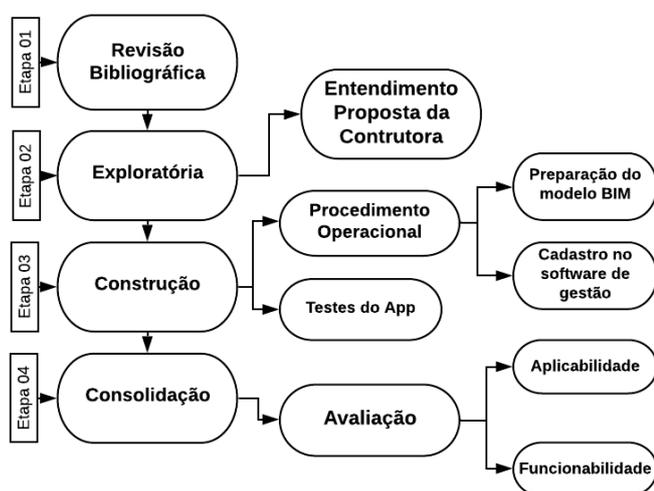
3 METODOLOGIA

A presente pesquisa encontra-se no âmbito do conhecimento de planejamento e controle na construção civil com a utilização de tecnologia remota e BIM.

De forma mais específica, esta pesquisa se enquadra em estudo de caso do tipo exploratório em uma construtora situada em Goiânia (GO), cujo objeto de pesquisa é um edifício residencial com área total construída de 29.267,02 m² de 40 pavimentos. Tendo como delimitação apenas os serviços de estrutura do pavimento tipo devido ao tempo de análise, e por serem serviços expressivos que estavam sendo executados no decorrer da pesquisa.

A pesquisa foi realizada em diferentes etapas conforme evidenciado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas Metodológicas



Fonte: Autores (2020).

Na etapa de revisão bibliográfica foi realizada uma busca entre janeiro a dezembro de 2020 com palavras chaves como planejamento, controle, gestão da qualidade, Bim 4D e outras variações. Para isso, foram utilizados os seguintes sites principais como bancos de dados: Google Acadêmico, Academia, Scielo e Capes Periódicos.

A etapa exploratória subsidiou o entendimento do sistema proposto pela construtora para em usar a ficha de verificação *on-line* como parâmetro do avanço físico e da integração do *software* de gestão e modelo BIM. Nesta fase foram utilizadas como fonte de evidências as atas de reuniões internas e entrevistas não estruturadas com colaboradores da construtora e outros envolvidos no processo de desenvolvimento do aplicativo.

Após o entendimento do sistema, a etapa seguinte visou o funcionamento adequado do aplicativo para isso, essa etapa foi dividida em duas fases: procedimentos operacionais e testes do aplicativo.

Para viabilizar o uso do aplicativo é necessária uma série de procedimentos operacionais. Primeiramente, preparou-se o modelo BIM com a criação de parâmetros de projeto no próprio *Revit* (parâmetros quantitativos, referenciais e de importação) para futuro cadastro dessas informações no *software* de gestão.

Ainda nessa etapa de construção foi realizado testes do aplicativo em duas subfases. A primeira foi realizada pelos próprios desenvolvedores do aplicativo por meio de discussões em reuniões internas com coordenadores de sistema de gestão integrado (qualidade, segurança, meio ambiente e saúde), engenheiros da obra, coordenador do aplicativo, estagiários e autores desta pesquisa. Com isso, o aplicativo que no início da pesquisa estava em sua versão 1.0.26, chegou até a versão 1.0.32 com as melhorias pontuadas nas atas de reuniões a fim de tornar o aplicativo funcional às necessidades da obra avaliada.

Já na segunda subfase, foram iniciados os testes do aplicativo na versão 1.0.32, pelos pesquisadores, a fim de seu funcionamento. Esses foram realizados através da vinculação retroativa dos dados das FVS documentadas em arquivos físicos dos pavimentos concluídos e o preenchimento das FVS *in loco* dos serviços de estrutura durante a fase de testes.

Por fim a etapa final, que pretende consolidar os resultados obtidos, consiste na avaliação da funcionalidade e aplicabilidade do app de preenchimento de FVS *on-line* por meio de questões levantadas pelos pesquisadores.

Em relação à funcionalidade foram subavaliados seguintes itens: confiabilidade da informação, parâmetros de referência de localização e não conformidades dos itens da FVS. Já em relação à aplicabilidade foram subavaliados itens como, a facilidade do uso da ferramenta, a clareza das informações apresentadas e a produtividade no preenchimento conforme Apêndice A.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Entendimento da Proposta da construtora

Conforme levantado em entrevistas e analisando as atas de reunião observou-se que é realizada, além da FVS, uma verificação quantitativa do que foi

executado para posterior avanço físico com o auxílio de planilhas eletrônicas, ilustrado na Figura 4.

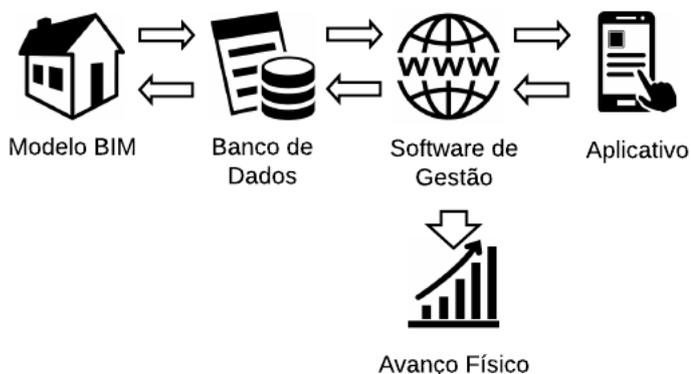
Figura 4 – Método de Avanço Físico tradicional da Construtora



Fonte: Autores (2020).

Porém, a fim de aperfeiçoar processos, foi proposto, pela construtora, realizar o avanço físico diretamente com as informações do aplicativo (FVS *on-line*) integrado ao *software* de gestão. Esse método funciona a partir de um fluxo colaborativo do modelo BIM que primeiramente leva as informações de projeto (quantitativos, composição de serviço, especificações de localidade de itens) para um banco de dados. Essas informações processadas via *web* são filtradas para o aplicativo (app) de preenchimento de FVS que devolve novas informações criando um ciclo entre as plataformas. Assim, o *software* tem as informações necessárias para futuramente calcular o indicador de avanço físico da obra e atualizar o modelo BIM, conforme exemplificado na Figura 5.

Figura 5 – Proposta da Construtora



Fonte: Autores (2020).

Observa-se que essa proposta melhora a integração entre sistemas, colabora com as gestões visuais e estatísticas, facilita a tomada de decisão assertiva e auxilia a mitigar erros humanos, o que ressalta a relevância da implementação desse modelo.

Essa melhoria encontra-se ainda em construção onde a fase atual é de implantação do aplicativo de preenchimento *on-line* de FVS.

4.2 Procedimentos Operacionais

A presente pesquisa delimitou-se em avaliar apenas os serviços de estrutura (fôrma, desforma, concretagem e armadura) dos pavimentos Tipo (do 4º ao 33º pavimento) da obra estudada. Isso para agilizar o processamento das informações avaliadas e, também, por ser um dos serviços mais expressivo e relevante que estava sendo realizado no momento da presente pesquisa.

Primeiramente, foi elaborada a criação de parâmetros de projeto para cada um desses serviços avaliados (referência, de importação e quantitativo). Os parâmetros referenciais baseiam-se na localização do objeto com sua posição geométrica. Já os de importação identifica o objeto com o serviço atribuído, o que possibilita a integração futura dos dados do modelo BIM com o *software* de gestão. Por fim, os parâmetros quantitativos consistem na quantidade de serviço a ser executada,

Assim, em todos os serviços foram criados parâmetros de referência conforme a localização de cada elemento, por exemplo, periferia, corpo do prédio, embasamento, torre, entre outros, e um parâmetro de importação para possibilitar que as informações cheguem com êxito ao *software* de gestão.

Por último, os parâmetros de quantidade foram extraídos do projeto e/ou criados dependendo da atividade analisada. Em relação aos serviços vinculados a estrutura do pavimento tipo foi analisada a quantidade total de metros quadrados (m²) de fôrma, metros cúbicos (m³) de concreto e quilogramas (kg) de aço da armadura para cada elemento estrutural conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6– Parâmetros Quantitativos

Elemento	Serviço	Quantidade
Pilar	Fôrma e Desforma	9.043 m ²
	Concretagem	1.627,49 m ³
	Armadura	352.590,08 kg
Viga	Fôrma e Desforma	9.616,29 m ²
	Concretagem	696,20 m ³
	Armadura	145.633,02 kg
Laje	Fôrma e Desforma	170.888,64 m ²
	Concretagem	2.495,36 m ³
	Armadura	206.204,16 kg
Escada	Fôrma e Desforma	426,36 m ²
	Concretagem	85,272 m ³
	Armadura	6.993,03 kg

Fonte: Autores (2020).

Com todos esses parâmetros estabelecidos e configurados foi necessário realizar o cadastro da obra e vinculação com os serviços do *software* ERP (Planejamento de Recursos Empresariais) e atribuir as FVS já existentes de acordo com a natureza do serviço, de modo a disponibilizar essas informações nesse *software* de gestão. Isso é imprescindível para que esses dados possam ser visualizados no aplicativo.

Vale resaltar ainda que todos esses parâmetros e informações preparadas foram configurados no *Revit* e vinculados ao *software* de gestão com o auxílio de um *plugin* do *Revit*, desenvolvido pela própria construtora. Uma vez instalado esse *plugin* na máquina foi realizado um *login* de acesso que concede compartilhar as informações com o banco de dados via *web*. Assim, foi comparado se as informações de projeto são compatíveis com as apresentadas no *software* de gestão (ver Figura 6).

Após isso, foi criado um cadastro exclusivo de uma nova obra no *software* de gestão denominada “TCC Michel e Rafael”, com finalidade de testes para pesquisa. Nessa obra, vincularam-se as informações dos itens de procedimento de execução e inspeção de serviço (PEIS) de cada FVS.

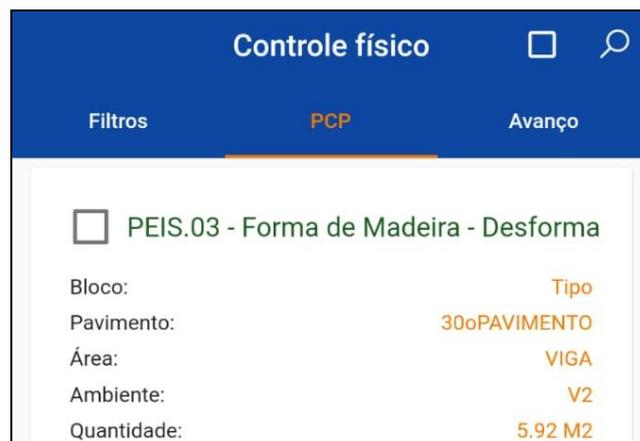
4.3 Teste do App

Com intuito de colocar em prática o procedimento de preenchimento da FVS *online*, foi feita uma análise das revisões do próprio aplicativo durante seu desenvolvimento inicial. As informações foram retiradas de atas de reuniões que registraram seu avanço sendo possível extrair o histórico de melhorias e pendências.

No entanto, antes de prosseguir com tal tópico é importantíssimo apresentar as funções básicas do aplicativo. Esse é uma ferramenta, desenvolvida pela construtora estudada que se baseia no método *kanban* (sistema de organização de tarefas dentro do modelo *just in time* de produção) e possibilita o preenchimento tanto *on-line* quanto *off-line* (posterior *upload* com *internet*) da FVS.

Dessa forma, o *app* apresenta as informações em forma de *cards*, mais especificamente cartões virtuais com tópicos descrevendo qual o serviço, o elemento que será verificado, sua localidade, status de andamento e quantitativo dos itens. Esses, por sua vez, podem ser selecionados na aba PCP (planejamento de curto prazo) para início do preenchimento da ficha, no qual quando finalizada e aprovada, constará na aba de avanço físico (fichas finalizadas) conforme destacado na Figura 7 que mostra o *layout* do *card* da viga V2 no serviço de desforma.

Figura 7– Layout Card Viga V2 - Desforma



Fonte: Autores (2020).

Para facilitar e agilizar o processo o app consta com dois tipos de filtro, um de forma estruturada por localidade (pavimento, elemento, numeração) e outro por descrição do serviço da FVS (armação, fôrma, desforma, concretagem, etc) como exemplificado na Figura 8 onde se encontra filtrado o serviço de concretagem dos pilares do 22º pavimento.

Figura 8 – Filtro de concretagem Pilar 22º Pavimento



Fonte: Autores (2020).

Dito isso, os testes desse instrumento ocorreram em duas fases. Na primeira foram realizados testes pelos desenvolvedores do aplicativo que com as informações discutidas em reuniões internas foi aperfeiçoado o aplicativo para suprir a necessidade da obra.

Em relação às melhorias apresentadas algumas se destacam. Inicialmente, foi configurado para que as informações de *login* fiquem salvas no aplicativo de modo que não seja necessário inserir *e-mail* e senha ao iniciar o processo de verificação no *app*, a qual deixou a ferramenta mais prática e aplicável, visto que é uma atividade corriqueira no canteiro de obra.

Posteriormente, visto que havia a dificuldade em encontrar a FVS desejada foi inserida ao *app* a função de filtrar os *cards*, por tipo de item (pilar, viga, laje, escada), serviço (concretagem, fôrma, desforma e armação) e estrutura (tipo, pavimento). Contudo, o filtro nas primeiras versões estava muito lento para selecionar as FVS procuradas, sendo melhorado somente na versão 1.0.32.

Além disso, nessa fase percebeu-se a necessidade de finalizar mais de um *card* por vez. Exemplificando de forma prática foi possível preencher as FVS de diferentes elementos e que tenham a mesma situação de aprovação dos itens simultaneamente.

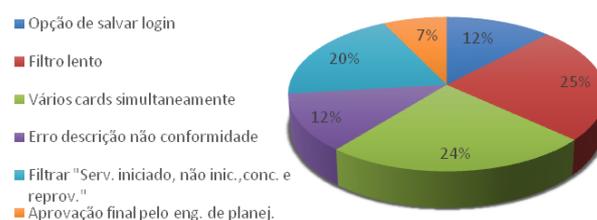
Por outro lado, algumas questões importantes pontuadas nas atas de reunião ainda ficaram pendentes até o fim dessa pesquisa. Primeiro, como toda ficha de verificação deve ser informado o motivo da reprovação (não atende a qualidade esperada), a função que aplica a descrição da não conformidade (NC) digitada no *app* não estava sendo enviada para o *software* de gestão.

Outro problema foi à necessidade de filtrar as fichas de verificação por *status* (iniciada, não iniciada, concluída, reprovada) o qual dificulta encontra as FVS já iniciadas para que sejam finalizadas e as que foram reprovadas para que sejam corrigidas.

Por último, o intuito do aplicativo é servir de base para avanço físico da obra (responsabilidade do engenheiro de planejamento e controle), porém todos os usuários têm permissão de encerrar e aprovar a FVS.

Dessa forma, de maneira geral, nessa etapa foram questionados o total de 6 itens relevantes para o funcionamento adequado do *app*. Desses, metade foram melhoradas e a outra ficou pendente. Assim, com os dados levantados foi avaliado pelos pesquisadores, em percentual, o seu grau de relevância para a realização da FVS *on-line* utilizando o *app* (Figura 9).

Figura 9 – Grau de relevância dos principais itens avaliados para a realização da FVS *on-line*



Fonte: Autores (2020).

Dessa forma, observa-se que os itens “filtro lento” e “vários *cards* simultaneamente” foram responsáveis por melhorar o *app* em quase 50% dos problemas encontradas na primeira fase de testes. De forma geral, 61% dos itens avaliados foram solucionados e 39% desses ficaram pendentes, dando destaque ao tópico de filtrar em relação ao status da FVS.

Na segunda fase, de maneira direta, os autores dessa pesquisa iniciaram testes próprios no aplicativo, essa foi subdividida em duas etapas, vinculação retroativa dos pavimentos já executados e preenchimento *in loco* dos demais no andamento da pesquisa.

A primeira etapa consistiu em fazer o *upload* das informações das FVS arquivadas em papel entre 4º pavimento e o 31º pavimento para o aplicativo utilizando um *smartphone* ou *tablet*. Segue no Apêndice B um exemplo prático do registro e apresentação das informações da FVS física no aplicativo.

Já na segunda etapa, utilizando esse mesmo dispositivo foi acompanhada a verificação dos serviços de estrutura do 32º pavimento e 33º pavimento *in loco*.

Em relação ao serviço de fôrma desses pavimentos notou, de maneira geral, na sequência de itens verificados (condições de início de serviço, dimensão, travamento, prumo, esquadro, estanqueidade e nível para vigas/lajes) certa dificuldade em retomar FVS iniciadas visto que a montagem da fôrma ocorre em mais de um dia de serviço (normalmente quatro dias) Entretanto, houve ganho significativo no tempo de preenchimento da FVS pelo *app*, pois não houveram muitas não conformidades, facilitando, assim, a realização de vários *cards* simultaneamente.

Em contrapartida a isso, para os serviços de armação e concretagem, não foi observado a mesma dificuldade, já que é necessário apenas um dia para verificação das atividades. Desses houve NC's apenas no serviço de armação, na qual faltaram ou passaram barras e/ou estribos em oito elementos estruturais. Assim, constatou também ganho de produtividade.

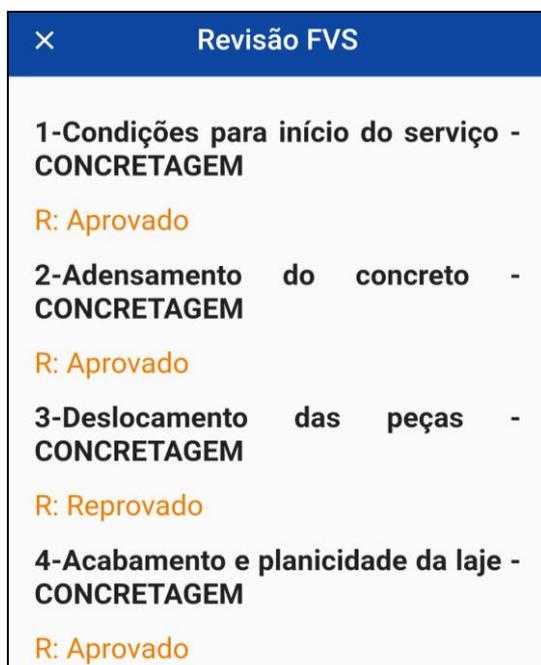
Por último, o serviço de desforma foi o que teve mais não conformidades (total de 45), sendo possível observar que houve perda de produtividade uma vez que o *app* obriga evidenciar com foto e descrição a NC de cada elemento, o que não possibilita realizar vários *cards* com mesmas inconformidades de forma simultânea.

4.4 Avaliação do App

Com todos os testes e observações do funcionamento prático do aplicativo, foi possível avaliar essa ferramenta em dois aspectos principais: sua funcionalidade e aplicabilidade, ou seja, se o aplicativo é funcional e aplicável no objeto de pesquisa avaliado (obra vertical residencial). Assim, buscou-se responder as questões do Apêndice A.

Em relação à funcionalidade do aplicativo constatou que as informações apresentadas no app para preenchimento da FVS são as mesmas presentes no procedimento de execução e inspeção de serviço (PEIS), documento este que lista tópicos que devem ser avaliados em cada serviço, por exemplo, para concretagem da laje avalia-se os seguintes itens: condições para início do serviço; adensamento; deslocamento e planicidade. Assim, nos testes realizados esses tópicos constaram correntes no aplicativo, como ressaltado na Figura 10.

Figura 10– Itens da FVS Concretagem no App



Fonte: Autores (2020).

Ainda nessa questão, observou-se que em 100% das vezes testadas o *app* constou a localização geométrica correta do serviço avaliado, ou seja, se o pilar, por

exemplo, está referenciado no pavimento correto. Porém, não há indicação mais detalhadas sobre tais elementos como localização de zonas (periferia, torre, etc) e alguns itens na descrição do *cards* se mostram desconexas com sua referência, como exemplo, item bloco, área e ambiente reportam respectivamente a “Tipo” “Viga” e “V2” (ver Figura 7).

Além disso, verificou-se que o aplicativo apresentou um campo para descrição do motivo da NC para toda vez que um item da FVS não estava de acordo com a qualidade esperada do serviço. Além disso, obrigatoriamente, há um campo onde se deve tirar uma foto momentânea do local da NC. Exemplificando isso, no serviço de concretagem da viga V27 do 32º pavimento constatou-se uma irregularidade, visto que houve nicho de concretagem (“broca”) conforme Figura 11.

Figura 11– Descrição e representação de não conformidade na concretagem



Fonte: Autores (2020).

Pode-se observar que apesar do aplicativo apresentar essa função de inserir descrição e fotos das não conformidades, não há uma aba ou relatório que sintetize essas informações, para criação de indicadores que auxiliem na tomada de decisão.

Já em relação à aplicabilidade constatou que a ferramenta avaliada foi de fácil aprendizagem para os pesquisadores, visto que ambos já atuavam no mercado da construção civil, o que facilitou a compreensão de alguns termos técnicos do aplicativo. Entretanto, esse aprendizado pode ser prejudicado para outros usuários, o que justifica acrescentar uma opção de “ajuda” que mostre uma descrição do funcionamento de cada aba.

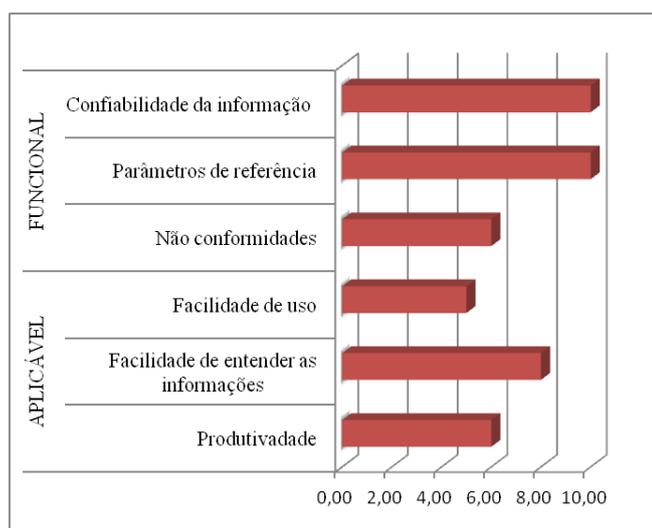
Tendo isso em vista, algumas informações apresentadas no aplicativo são abreviadas e simplificadas como, por exemplo, a aba PCP que normalmente na literatura simboliza “planejamento controle da produção”, no *app* refere-se a “planejamento de curto prazo”, e a aba avanço subtende-se a realização do indicador de avanço físico da obra. Isso pode gerar dúvidas e dificultar sua utilização pelos usuários.

Em suma o aplicativo consta certas dificuldades apontadas que podem ser aperfeiçoadas com algumas sugestões. Como já mencionado, para retomar as FVS iniciadas anteriormente, pode-se criar filtros por status “serviço iniciado, não iniciado, concluído e reprovado”. Além disso, para ganho de eficiência no preenchimento de NC semelhantes pode-se desenvolver uma ferramenta de busca, semelhantes às plataformas como *Google* e *Youtube*, baseado no histórico de descrição de NC anteriores.

Assim, quando o aplicativo estava funcionando adequadamente, percebeu-se um ganho considerado de produtividade, visto que foi possível realizar vários *cards* ao mesmo tempo enquanto manualmente é necessário preencher a FVS elemento por elemento.

Portanto, com essas discussões levantadas foram avaliadas pelos pesquisadores, de 0 a 10, o nível de eficácia do *app* de realização da FVS *on-line* quanto a sua funcionalidade e aplicabilidade (Figura 12).

Figura 12– Nota avaliativa quanto à funcionalidade e aplicabilidade do App



Fonte: Autores (2020).

Observa-se que apesar de todas as dificuldades encontradas, o aplicativo se mostrou mais funcional do que aplicável, visto que essa avaliação demonstrou um *app* 87% funcional, destacando-se as notas máximas nos itens “confiabilidade da informação” e

“parâmetros de referência”. Ademais, essa ferramenta provou ser 63% aplicável em consequência da baixa avaliação dos itens com ênfase no tópico “facilidade do uso”.

5 CONCLUSÕES

Levando em conta os aspectos apresentados, a tecnologia da informação aplicada à construção civil é uma grande facilitadora de processos gerenciais. No caso estudado, essa foi utilizada ao sistema de gestão da qualidade por meio do preenchimento *on-line* da FVS o que possibilitou a otimização de etapas para realização desse documento.

Em relação à funcionalidade, o aplicativo expressou informações confiáveis, na qual foram apresentadas em documento de procedimento de execução e inspeção de serviço (PEIS) da construtora e demonstrativo de quantitativo do projeto em BIM. Retratou, também, um nível satisfatório em referenciar (elemento, local) o item que está sendo avaliado, porém no quesito inserir e demonstrar as não conformidades o *app* deixou a desejar, em consequência de salvar a descrição das NC’s e não compilar as mesma em algum relatório final para melhor entendimento da situação do andamentos dos serviços.

Enquanto para sua aplicabilidade teve uma avaliação mediana em utilizar sua interface, visto que algumas falhas observadas prejudicam sua utilização no dia a dia do canteiro. Além disso, a questão de produtividade apresentou-se sinuosa durante a pesquisa, em virtude de que o aplicativo ganhou velocidade no quesito de poder assimilar vários *cards* simultaneamente, porém atestou um lentidão no processo em situações de dar continuidade na verificações de serviços que ficaram pendentes e nos serviços que tiveram um alto índice de não conformidades.

Em conclusão a proposta em desenvolver um aplicativo que pudesse futuramente integrar diferentes sistemas: *software* de gestão e modelo BIM para realizar o avanço físico, foi inédita para a construtora o que se mostrou desafiador. E por se tratar de um aplicativo ainda em desenvolvimento, encontrou se parcialmente pronto para o papel de fazer apenas a verificação dos serviços da obra e com alguns itens a serem melhoradas para desempenhar seu propósito em servir de base o avanço físico.

6 AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos concedido saúde e força para superar todos os desafios.

A nossa orientadora Priscilla por em todo tempo nos incentivar e pelo suporte com diretrizes para a pesquisa.

A banca que aceitou o convite de participar dessa defesa.

A universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela de conhecimento que hoje vislumbra um horizonte superior.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIMFORUM. **LOD | BIMForum**. Disponível em: <<http://bimforum.org/iod/>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

BÖES, Jeferson Spiering. **Tecnologia da Informação e Comunicação aplicada ao sistema de qualidade de obras – estudo de caso** 2015. N. 155. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

BÖES, Jeferson Spiering; PATZLAFF, Jeferson Ost. **Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) aplicada ao controle de qualidade de obras—estudo de caso**. Revista de Arquitetura IMED, v. 5, n. 1, p. 75-92, 2016.

BALLARD, Herman Glenn. **The last planner system of production control**. 2000. Tese de Doutorado. University of Birmingham.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: Essential Step in Production Control**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 124, n. 1, p. 11–17, jan. 1998.

BOLPAGNI, Marzia. **The many faces of ‘LOD’, BIM Think Space**. Disponível em <https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>:2016. Acessado em: 26 de abr de 2020.

CASTRO, Rafael Araújo Moura Fé et al. **Análise da problemática do retrabalho em empreendimentos imobiliários de alto padrão**. Latin American Real Estate Society (LARES), 2014.

DANIEL, Érika Albina; MURBACK, Fábio Guilherme Ronzelli. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. **Gestão&conhecimento: Revista do Curso de Administração, Poço de Caldas**, n. 8, p. 1-43, 2014.

DEUTSCH, Randy. **BIM and integrated design: strategies for architectural practice**. John Wiley & Sons, 2011.

EASTMAN, Charles M. et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

FERNANDES, Djair Roberto. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial**. Revista da FAE, v. 7, n. 1, 2004.

JESUS, Daiane Matias de. **Gestão da qualidade na construção civil**. 2011.

JUNIOR, Paulo Sergio Zeoti; ANTONELLI, Gilberto Clóvis. **Análise de viabilidade de implantação do Programa 5S em canteiros de obra**. Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 7, n. 1, 2011

KOSKELA, Lauri. **Making-do—The eighth category of waste**. 2004.

LANTELME, Elvira Maria Vieira. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L.. **Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process**. Construction Management and Economics: Londres, p. 244. 1987.

LEAL, Ana Carolina Martelleto; RIBEIRO, Maria Izabel de Paula. **Implantação do Sistema de Qualidade na construção civil com ênfase na inspeção de serviço**. Projectus, v. 1, n. 4, p. 84-96, 2017.

MACHADO, Jair Slembariski. **Manual de procedimentos de inspeção de serviços em obras civis de subestações de transmissão e distribuição de energia**. 2013.

MACHADO, Ricardo Luiz et al. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil**. 2003.

MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de; BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello. **Um sistema de indicadores para comparação entre organizações: o caso das pequenas e médias empresas de construção civil**. Gestão & Produção, v. 15, n. 2, p. 261-274, 2008.

MCADAM, B. (2010). **Building Information Modelling: The UK Legal Context**. International Journal of Law in the Built Environment 2 (3), 246-259

NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003.

NETO, Romeu Neiva; RUSCHEL, Regina C.; PICCHI, Flávio A. **Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades móveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001: 2008.** REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 6, n. 1, 2013.

NBIMS-US. **National BIM Standard–United States Version 3.** 2015.

PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. **Implementação do BIM no setor de planejamento e controle de uma construtora.** 2014.

PRATTI JUNIOR, Marcelo. **Utilização de fichas de verificação para a melhoria da qualidade das instalações elétricas prediais em obra de edificação.** 2017.

RODRIGUES, Priscilla Borges de Freitas et al. Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema last planner. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 301-317, 2018.

RONEN, B. **The complete kit concept.** The International Journal of Production Research. V.30, n.10, p. 2457-2466, 1992.

SMITH, Peter. BIM & the 5D project cost manager. **Selected papers from the 27th ipma (international project management association)**, 2014.

SOUZA, Roberto de; ABIKO, Alex. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** São Paulo, v. 335, 1997.

THOMAZ, E. Tecnologia, **Gerenciamento e Qualidade na Construção.** São Paulo: Pini, 2001.

TURNER, J. Rodney. **The handbook of project-based.** Management, McGraw-Hill, Boston, 1993.

ULHÔA, Cecile Guimarães; BRANDSTETTER, Maria Carolina GO. **Mapeamento sistematizado da literatura com base nos desvios de prazo em empreendimentos na fase de execução,** 2017.

8 ANEXOS E APÊNDICES

APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DAS FUNCIONALIDADES E APLICABILIDADES DO APLICATIVO DE PREENCHIMENTO DA FVS ONLINE.

Avaliação	Subavaliação	Questões
Funcionalidade	Confiabilidade da informação	As informações apresentadas no App são as mesmas presentes no procedimento de execução e inspeção de serviço (PEIS) ?
	Parâmetros de referência	No App consta a localização geométrica do serviço avaliado?
	Não conformidades	O app apresenta um campo para descrição das não conformidades? Pode anexar outros documentos? Quais?
Aplicabilidade	Facilidade de uso	O aprendizado na operação do App é fácil?
	Facilidade de entender as informações	É de fácil entendimento as informações geradas e a sua utilização?
	Produtividade	Houve ganho de produtividade no preenchimento FVS pelo aplicativo?

Fonte: Adaptado Rodrigues (2018).

APÊNDICE B – REGISTRO DAS INFORMAÇÕES DA FVS NO APLICATIVO

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO											OBRA:							
SERVIÇO: PEIS.03 – FORMAS DE MADEIRA – DESFORMA EM PILARES											ÁREA: ENTRE 8º PAVIMENTO E 9º PAVIMENTO							
Local	Data Início	Itens de Inspeção					Data Final	Ass. Aprov.	Local	Data Início	Itens de Inspeção					Data Final	Ass. Aprov.	
		1	2	3	4	5					1	2	3	4	5			
P1	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05		P28	A	A	A	A	A	-	11/10/05	
P2	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05		P29B								
P3	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P4	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P5	09/10/05	A	A	A	A	A	-	12/10/05										
P6	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P7	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P8	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P9	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P10	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P11	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P12	09/11/05	A	A	A	A	A	-	12/10/05										
P13	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P14	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P15	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P16	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P17	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P18	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P19	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P20	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P21	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P22	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P23	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P24	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P25	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P26	09/10/09	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
P27	09/10/05	A	A	A	A	A	-	11/10/05										
A	Aprovado					R/	Reprovado											
Acompanhamentos do Engenheiro:																		
12/05/2020																		

Controle físico

Filtros PCP Avanço

PEIS.03 - Forma de Madeira - Desforma

Bloco: Tipo
 Pavimento: 8º PAVIMENTO
 Ambiente: P12
 Quantidade: 29.55 M2
 Data Avanço: 20/11/2020
 Equipe: L&F CONSTRUÇÃO

Dashboard Controle Físico Requisitar Material

Revisão FVS

1-Preservação das peças - FORMAS DE MADEIRA (DESFORMA)
R: Aprovado

2-Remoção dos pregos - FORMAS DE MADEIRA (DESFORMA)
R: Aprovado

3-Escoramento - FORMAS DE MADEIRA (DESFORMA)
R: Aprovado

4-Falhas de concretagem - FORMAS DE MADEIRA (DESFORMA)
R: Reprovado

5-Limpeza da área - FORMAS DE MADEIRA (DESFORMA)
R: Aprovado

FVS aprovada?
 Sim Não

Salvar Avançar

Form.168/13

Fonte: Autores (2020)

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Michel Soares Mota
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2016100250081-4,
telefone: 1621 9 96272404 e-mail michelsoares16@gmail.com, na
qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos
do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Análise de um aplicativo de preenchimento on-line do FIS como parte
integrante de um sistema de controle do Avança Físico integrado ao modelo BIM,
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões
do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado
(Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG,
MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a
título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 09 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Michel Soares Mota

Nome completo do autor: Michel Soares Mota

Assinatura do professor-orientador: [assinatura]

Nome completo do professor-orientador: Priscilla Borges F. Rodrigues

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Rafael Gustavo Campos Lopes
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2016.1.00250103 - 9,
telefone: (62) 98105-2447 e-mail rafaelgustavo.eng@gmail.com, na
qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos
do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Análise de um aplicativo de preenchimento da FVS como
parte integrante de um sistema de controle do Avanço Físico integrado do Modelo BIM,
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões
do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado
(Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG,
MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a
título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Rafael Gustavo Campos Lopes

Nome completo do autor: Rafael Gustavo Campos Lopes

Assinatura do professor-orientador: [assinatura]

Nome completo do professor-orientador: Bisilla Boquel F. Rodrigues