

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

AMANDA SANTOS GOMES COSTA

USO DA PLATAFORMA BIM NA INSPEÇÃO PREDIAL

MONOGRAFIA

ARACAJU

2020

AMANDA SANTOS GOMES COSTA

USO DA PLATAFORMA BIM NA INSPEÇÃO PREDIAL

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de Carvalho

Co-Orientadora: Profa. Ma. Danielle Costa Oliveira Chagas

ARACAJU

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Costa, Amanda Santos Gomes

C837u Uso da plataforma BIM na inspeção predial. / Amanda Santos Gomes Costa. - Aracaju, 2020.

61f. : il.

Orientador: Carlos Henrique de Carvalho.

Co-orientadora: Danielle Costa Oliveira Chagas.

Monografia (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Sergipe, 2020.

1. Inspeção predial. 2. Ferramenta BIM. 3. Gestão da manutenção. 4. Manifestação patológica. I. Carvalho, Carlos Henrique de. II. Chagas, Danielle Costa Oliveira. III. Título.

CDU 62(81)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
Av. Jorge Amado, 1551 – Loteamento Garcia, Bairro Jardins - CEP 49025-330 – Aracaju/SE
Fone: (79) 3711 1400 – E-mail: reitoria@ifs.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia Nº 173

USO DA PLATAFORMA BIM NA INSPEÇÃO PREDIAL.

AMANDA SANTOS GOMES COSTA

Esta monografia foi apresentada às 19 horas do dia 15 de dezembro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHARELA EM ENGENHARIA CIVIL. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Débora de Góis Santos
(UFS-Campus São Cristóvão)

Prof. José Moura Santos
(UFS – Campus São Cristóvão)

Prof. Dr. Carlos Henrique de Carvalho
(IFS – Campus Aracaju)
Orientador

Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Não estou eu aqui, que sou tua mãe? Acaso não estás sob a minha proteção e amparo?

(Nossa Senhora de Guadalupe ao índio São Juan Diego)

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu Divino Pai Eterno por realizar esse sonho de me tornar bacharel em Engenharia Civil, sei que até aqui sua Misericórdia me alcançou e me conduziu feito um barco a vela guiado pelas suas Mãos. Nos momentos mais difíceis e desafiadores eu recorria a intercessão de minha mãe Nossa Senhora e assim com o seu colo de mãe acalmava o meu coração e me fazia persistir. Também não posso esquecer do meu anjo da guarda que tenho como amigo e sei quanto me inspira a trilhar o caminho do bem e conduzir minha alma para Deus.

Painho (*in memoriam*), como queria que o senhor estivesse aqui comemorando comigo essa vitória, mas sei que os planos de Deus são superiores aos nossos e não cai uma folha de uma árvore sem a Sua permissão. Levo comigo todo ensinamento que me passou: ser uma pessoa humilde, simples, honesta e respeitar os professores. Mainha, como agradeço todo esforço, garra, alegria em criar todos seus filhos; te amo muito. Sei o quanto a senhora abdicou dos seus sonhos para que seus filhos realizassem os deles.

Ao meu amor (marido) Wallisson. Agradeço muito a Deus por tê-lo em minha vida, por ele me incentivar a estudar e acreditar em mim, a me encorajar e não me deixar desistir nos momentos mais tensos do curso, sempre me incentivando a tentar mais uma vez. Sei o quanto sonhou com esse dia e graças a Deus está se realizando.

Agradeço a todos os meus irmãos (Aline, Alberto, Murilinho, Willian, Isabela e David). Sem o apoio, amor e carinho de vocês eu não poderia chegar aonde cheguei.

Agradeço ao meu tio Ricardo por todo apoio e incentivo.

A Minha sobrinha Alane (Bandinha), que me acordava para que eu voltasse a estudar. Sempre digo que é minha estrelinha na Terra e sua alegria me contagia. Gosto de perguntar como foi o seu dia, e uma vez veio me contar que assistiu um desenho que dizia assim: “desistir jamais”, e assim criou nosso lema. São nesses pequenos detalhes que percebo a presença sutil de Deus em minha vida.

A minha sobrinha e afilhada Mariana, que trouxe mais luz e alegria para nossa família, e a sua mãe Tici por nos dar esse presente tão lindo.

A minha avó Adagilza por todo carinho, amor e por ser essa mulher guerreira.

Agradeço todas as orações e conselhos de Edileusa.

Agradeço a minha sogra Josefa, por toda atenção e cuidado.

Agradeço ao professor Dr. Carlos Henrique por acreditar em mim e por todo apoio. Quando iniciei o curso e o via pelos corredores, pensava comigo mesma: “ainda irei fazer um

projeto de pesquisa com esse professor”. Através das nossas conversas, o senhor conseguiu tirar o meu medo de construir e despertou a vontade de fazer incorporações e empreender.

Agradeço à professora Ma. Danielle por toda paciência e dedicação em me ensinar. Nos momentos que me sentia insegura em desenhar, a senhora acreditou em mim. Muito obrigada pela disponibilidade.

Agradeço muito ao professor Dr. Resende por todo ensinamento e paciência em ensinar, por ser uma referência de pessoa e profissional e, acima de tudo, por acreditar no potencial de cada aluno.

Agradeço ao professor Me. Rodolfo pela dedicação em explicar e se disponibilizar a tirar minhas dúvidas após as aulas.

Agradeço a professora Me. Emiliana por todo ensinamento nos projetos de pesquisas e sempre disposta a tirar minhas dúvidas sobre as disciplinas que ensinava.

Agradeço a Ma. Karine de Paula Bastos Santos, pelo suporte e pelo fornecimento dos *softwares* BIM 360 Glue e BIM 360 Field, sem os quais não seria possível a realização desta pesquisa.

Agradeço o empenho e dedicação de Palominha, Daniel e Jorge no grupo de pesquisa. Hoje sei que posso contar com vocês para vida e tê-los como amigos não tem preço. Vocês fizeram as tardes do IFS serem mais divertidas.

A todos os meus amigos do IFS, em especial a Pajé e Artur por toda parceria e amizade, a Murilo, Taiane, Neto e Pedral.

Quero agradecer a Kelly por todo empenho, dedicação e amizade.

Agradeço as minhas amigas Lucinha, Sarinha, Jana, Brendinha, Emilly, Elyr, Priscila, Jane Clécia, Ana Clécia, Belinha, Cristiana, Dani, Raquel e Conceição por todo incentivo e orações.

Agradeço a Dr. Roberto (in memoriam), Amanda e Dra. Sheila por cuidarem de mim.

Agradeço às servidoras do IFS (Campus Aracaju): Flavia, Dora, Katiane, Fabiana, Beatriz e Vânia, vocês fizeram meus dias na instituição serem mais leves ao saber que podia confiar em vocês.

Agradeço aos auxílios estudantis do IFS, sei o quanto me ajudou a me manter no curso.

RESUMO

COSTA, Amanda Santos Gomes. **Inspeção Predial com Auxílio da Plataforma BIM**. 61 folhas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2020.

A inspeção predial é uma ferramenta indispensável na realização de vistorias para verificar o estado de conservação da edificação e subsidiar a gestão da manutenção. O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial de contribuição do uso da ferramenta BIM na melhoria da confiabilidade das inspeções prediais através de estudo de caso com e sem a ferramenta. Para alcançar o objetivo proposto, foi aplicado em um modelo 3D de projeto arquitetônico no Revit®, através do BIM 360 Glue®. O projeto foi exportado para o BIM 360 Field®, conforme inserido no processo de criação via formulário tridimensional o preenchimento de lista de verificação para cada manifestação patológica também foi realizado, e uma inspeção utilizando metodologia tradicional. O uso da ferramenta BIM na gestão da manutenção pode promover aumento da produtividade, acervo técnico completo e passível de acesso em qualquer época demandada, face armazenamento racional na nuvem, além dos modelos 3D disponibilizados para treinamentos e compreensão para o uso do cliente.

Palavras-chave: Inspeção Predial. Ferramenta BIM. Gestão da Manutenção. Manifestação Patológica.

ABSTRACT

COSTA, Amanda Santos Gomes. **Building Inspection with the Support of the BIM Platform**. 61 pages. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2020.

Building inspection is an indispensable tool in conducting surveys to verify the state of conservation of the building and subsidize maintenance management. The objective of this work is to evaluate the potential contribution of using the BIM tool in improving the reliability of building inspections through case studies with and without the tool. To achieve the proposed objective, it was applied to a 3D architectural design model in Revit®, through BIM 360 Glue®. The project was exported to BIM 360 Field®, as inserted in the creation process via a three-dimensional form, the completion of the checklist for each pathological manifestation was also carried out, and an inspection using traditional methodology. The use of the BIM tool in maintenance management can promote increased productivity, complete technical collection and can be accessed at any time demanded, due to rational storage in the cloud, in addition to the 3D models available for training and understanding for the use of the customer.

Keywords: Building Inspection. BIM Tool. Maintenance Management. Pathological Manifestation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de utilização da plataforma BIM.....	18
Figura 2 – Fluxograma do procedimento metodológico	29
Figura 3 – Modelo arquitetônico representativo da área de vivência do condomínio.....	34
Figura 4 – Plugin BIM 360 Glue no Revit.	35
Figura 5 – Projeto BIM 360 Glue.....	35
Figura 6 – Projeto arquitetônico no BIM 360 Field Web.....	36
Figura 7 – Barra de ferramenta do BIM 360 Field Web.	37
Figura 8 – Ferramentas do BIM 360 Field mobile app.	38
Figura 9 – Pasta Patologia visualizada no BIM 360 Field mobile app.	39
Figura 10 – Modelo arquitetônico no iPad.	40
Figura 11 – Pins em objetos localizados na quadra de esporte.	41
Figura 12 – Adição de <i>pin</i> com criação de formulário (<i>Issues</i>).....	42
Figura 13 – Exemplo de adição de pins com fotografia na parede da cascata d’água da piscina.	43
Figura 14 – Exemplo de adição de pins com fotografia na parede da caixa d’água.	44
Figura 15 – Exemplo de adição de pins com fotografia na parede do pergolado.....	44
Figura 16 – Resultado dos <i>Issues</i> preenchidos durante a inspeção.	45
Figura 17 – Preenchimento da lista de verificações no sistema de vedações verticais.	46
Figura 18 – Informações sobre a patologia.	47
Figura 19 – Ilustração da patologia eflorescência.	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões da plataforma BIM.....	19
Quadro 2 – Nível de inspeção.....	25
Quadro 3 – Ordem de prioridade.....	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado das causas raízes	45
---	----

LISTA DE SIGLAS

AEC	Indústria da construção civil relacionada a arquitetura, engenharia e construção
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	Desenho assistido por computador
CFTV	Circuito Fechado de TV
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
NBR	Norma Brasileira
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	PLATAFORMA BIM	18
3.1	DIMENSÕES DA PLATAFORMA BIM	19
3.2	PARAMETRIZAÇÃO	20
3.3	INTEROPERABILIDADE	20
3.3.1	Autodesk Revit®	21
3.3.2	Autodesk BIM 360	21
3.3.3	Autodesk BIM 360 Glue	21
3.3.4	Autodesk BIM 360 Field	22
4	INSPEÇÃO PREDIAL	23
4.1	VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO	23
4.2	CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS E FALHAS	24
4.2.1	Anomalia	24
4.2.2	Falhas	24
4.3	GRAU DE RISCO	25
4.4	NÍVEIS DE INSPEÇÃO	25
4.5	ORDEM DE PRIORIDADE	26
4.6	DOCUMENTAÇÃO	28
5	MÉTODO DE PESQUISA	29
6	MÉTODO CONVENCIONAL DE INSPEÇÃO PREDIAL CORRENTE USADO NO MERCADO	31
7	MODELAGEM E INTEGRAÇÃO COM A FAMÍLIA BIM 360	34
8	MÉTODO PROPOSTO POR SANTOS (2017) NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM	40
8.1	INSPEÇÃO UTILIZANDO FORMULÁRIOS (<i>ISSUES</i>) NO MODELO 3D	40
8.2	INSPEÇÃO UTILIZANDO <i>CHEKLIST</i>	46
9	DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – FORMULÁRIOS (<i>ISSUES</i>) CADASTRADOS NA INSPEÇÃO PREDIAL	53
	APÊNDICE B – RELATÓRIO (<i>REPORTS</i>) DOS CHECKLISTS PREENCHIDOS DA INSPEÇÃO PREDIAL	58

1 INTRODUÇÃO

Nesses últimos anos, motivadas pela falta da cultura de manutenção tanto do setor público como do privado, lamentavelmente, reiteradas tragédias em edificações antigas têm acontecido e com grande repercussão na sociedade. A gestão da manutenção, em regra, não é praticada e os imóveis construídos nas décadas passadas estão comprometidos pela falta de procedimentos preventivos e de uma boa gestão no pós-uso. Um exemplo mais recente, na Região Nordeste, foi o desabamento do edifício Andrea em Fortaleza/CE (CEARA, 2020). Claramente evidenciado pela mídia e que teve como nexos causais a ausência de uma gestão adequada da manutenção.

A construção possui três principais fases de gestão: a gestão da concepção, a gestão da produção e a gestão da manutenção. Todas essas fases podem influenciar nos nexos causais das tragédias, entretanto, a ausência da manutenção adequada, via de regra, está sempre presente nessas ocorrências.

Na gestão da manutenção, a inspeção predial periódica é imperiosa. É como o corpo humano, pois para se ter uma saúde plena deve-se monitorar frequentemente os indicadores biológicos e tratar onde se necessita. Caso haja prevaricação nesses procedimentos de inspeção periódica corre-se o risco de sinistros ou óbitos.

A atividade de inspeção predial tem como objetivo constatar o estado de funcionalidade do empreendimento, pois a edificação é utilizada de forma dinâmica, exposta continuamente a agentes degradantes. De acordo com a norma do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - IBAPE (2012, p. 5), inspeção predial “é a análise isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação”. Sendo uma ferramenta que busca contribuir com a gestão da manutenção, permitindo auxiliar no diagnóstico de perda do desempenho estrutural da edificação. A vistoria deve ser realizada com periodicidade conforme a norma do IBAPE. Essa vistoria deve ser realizada por um profissional formado em engenharia civil ou arquitetura com especialização em inspeção predial.

A inspeção predial é de suma importância para a apuração da confiabilidade da segurança e qualidade da edificação analisada. Conforme a NBR 5674 (1990, p.1), a inspeção é a “Avaliação do estado da edificação e de suas partes constituintes”, que possui como objetivo orientar as atividades de manutenção, é uma ferramenta indispensável para a Engenharia da Manutenibilidade que possui uma metodologia para verificar os processos de operação, apuração de anomalias funcionais e desempenho das condições de ocupação.

Avaliação da inspeção tem como finalidade analisar o edifício conforme a sua rotina, identificar os erros de projetos através dos sistemas construtivos, a funcionalidade e a utilização inadequada dos espaços físicos pelos condôminos.

Conforme Soares (2013), a falta de organização dos documentos da obra durante a fase de concepção de projeto e execução, faz com que se percam informações importantes para o pós-obra. Após o final da obra, são reunidos e entregues ao proprietário uma grande quantidade de papéis impressos sobre a sua edificação, isso quando são entregues na sua totalidade. Com a construção de edificações cada vez mais complexas, são gerados vários arquivos físicos como os detalhamentos de projetos e especificações, plantas arquitetônicas, estrutural, elétricas, hidrossanitárias, sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e registros de manutenção dos equipamentos de segurança etc. A gestão da manutenção deve obter dados precisos sobre a anamnese da edificação, funcionalidade e organização, os processos de inspeções e manutenções devem estar organizados, ordenados e no alcance por meio de dados no formato digital.

Segundo Tales (2016), o acesso às informações da anamnese da edificação através de banco de dados possibilita uma grande melhoria na agilidade do processo, eficiência nas tomadas de decisões, além da gestão da manutenção mais eficiente. Dessa forma, mostra-se a importância da utilização da Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) através da compatibilização dos projetos, no suporte a fase operacional das edificações, no catálogo a deterioração durante a vida útil e nas soluções encontradas pelas manutenções. Com isso, ter um histórico digital da vida da edificação facilita o processo de visualização da informação de forma ágil e dinâmica.

A plataforma BIM possibilita que arquivos permanentes sejam colocados nas nuvens, fato que extingue uma ocorrência constante nos edifícios mais antigos da falta de acervo técnico necessário para uma anamnese adequada. Normalmente não existem mais memória dos elementos técnicos, como: projetos executivos, de instalações, fundações, sondagens, controle de qualidade dos concretos utilizados bem como o mapeamento das aplicações etc. De acordo com Santos (2017), com o uso da plataforma BIM, tudo isso ficará definitivamente permanente na forma digital nas nuvens, de fácil e racional acesso, além de ser fonte de alimentação para as inspeções seguintes, gerando uma ferramenta de anamnese fundamental para o monitoramento contínuo, avaliação do grau de risco atual e tomadas de decisões na recuperação e/ou reforços.

Diante dos fatos abordados, este trabalho visa avaliar o potencial de contribuição do uso da ferramenta BIM na melhoria da confiabilidade das inspeções prediais. Trata-se de um

recurso ferramental valioso e extremamente racional nas simulações eventualmente requeridas quando das novas inspeções. Em termos de garantia de qualidade do processo de manutenção, a ferramenta se insere como instrumento de anamnese permanente durante toda a vida útil do empreendimento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial de contribuição do uso da ferramenta BIM na melhoria da confiabilidade das inspeções prediais através de estudo de caso com e sem a ferramenta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Possibilitar o armazenamento do laudo da inspeção predial e permitir a retroalimentação contínua dos arquivos nas nuvens.
- Aplicar a ferramenta BIM em edificações para a gestão da inspeção predial.
- Criar um banco de *Checklists* para facilitar as futuras inspeções prediais com o uso da ferramenta BIM.

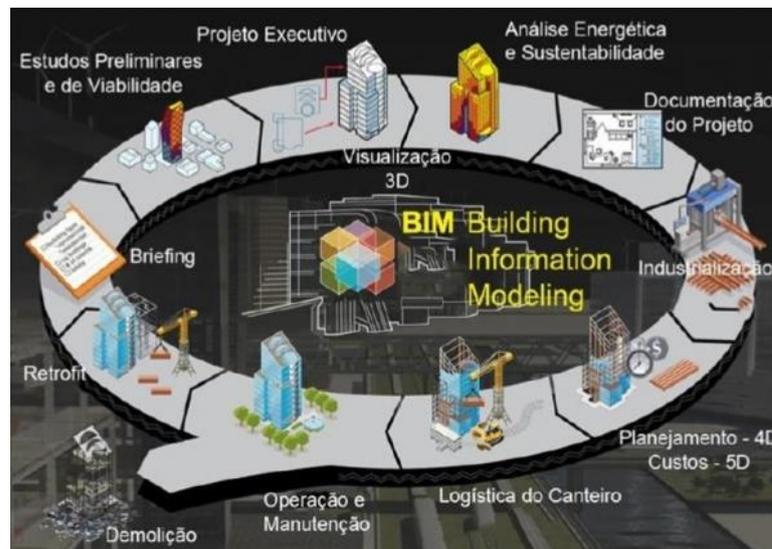
3 PLATARFORMA BIM

A modelagem da informação da construção (em inglês, *Building Information Modeling* – BIM) visualiza o trabalho de forma simultânea de várias disciplinas de projeto. Através de ferramentas, o BIM agiliza o processo de entrega de uma edificação com mais qualidade e eficiência e favorece o desenvolvimento da indústria da construção civil, relacionada a arquitetura, engenharia e construção (AEC).

Segundo Herr e Fischer (2019), o BIM é utilizado nos processos de gerenciamento de concepção do projeto, avaliando suas características tridimensionais antes de serem executadas, tornando assim a construção mais planejada e conseqüentemente evitando gasto de materiais, mão-de-obra ociosa e um orçamento mais eficaz. A utilização da plataforma BIM em uma edificação promete favorecer economicamente o planejamento na execução da obra.

Conforme Caetano e Leitão (2018), a informatização que a modelagem BIM proporciona, trouxe melhorias ao projeto arquitetônico através da colaboração entre diversas especialidades, possibilitando ganhos no processo de otimização na fase de projeto. Na Figura 1 são representadas as diferentes etapas de um projeto de construção e as aplicações BIM associadas.

Figura 1 – Processo de utilização da plataforma BIM.



Fonte: Marcel (2017).

Toda a integração, nas diferentes fases de projeto, mostradas na Figura 1, são possíveis de serem realizadas graças as diferentes dimensões que a ferramenta BIM trabalha, a possibilidade da parametrização das informações e, através de sua interoperabilidade, a interconexão de informações de vários softwares no mesmo projeto.

3.1 DIMENSÕES DA PLATAFORMA BIM

Sobre o conceito dessa plataforma:

O Modelamento da Informação da Construção (BIM) é uma ideia evolutiva projetada para garantir que o desempenho seja avaliado continuamente durante toda a vida útil de um determinado ativo. Durante a última década, foi dada ênfase significativa ao design e gerenciamento de projetos de construção usando as 7 camadas ou dimensões (D) do BIM (Modelagem 3D, Tempo 4D, Custo 5D, Compras 6D e Sustentabilidade 7D) (KAPOGIANNIS; GATERELL; OULASOGLU, 2015, p. 1).

A plataforma BIM tem como função construir bases de dados para um determinado projeto, aliando a diminuição de custos das matérias empregadas no controle dos procedimentos de execução e desempenho da construção, com intuito de reduzir os custos com mão-de-obra. Há inúmeros benefícios na adesão do BIM, como no aumento da produtividade, redução de custo, melhoria na qualidade, sustentabilidade, planejamento das atividades e do tempo. O Quadro 1 descreve cada dimensão aplicável na plataforma.

Quadro 1 – Dimensões da plataforma BIM.

Dimensão	Descrição	Impacto sobre os intervenientes
3D	Representa o projeto da edificação com dados geométricos, descrições paramétricas e normas relacionadas para a construção.	Equipe de projetos e fornecedores
4D (3D + tempo)	Ligação entre o planejamento e o modelo 3D para obtenção do processo construtivo ao longo do tempo.	Construtoras e empreiteiras
5D (3D + custo)	Adição do custo dos elementos construtivos no modelo 3D.	Orçamentista
6D (3D + FM)	Integra a gestão de instalações e informação do ciclo de vida da instalação.	Gestores de instalações, proprietários
Nd (3D +...Nd)	Outras dimensões associadas ao modelo BIM.	Interveniente específico

Fonte: Adaptado de Pärn et al. (2017).

Todas as informações, geradas nas diferentes dimensões, são adequadamente adicionadas e atualizadas no modelo, ou banco de dados BIM, de forma pré-definida e comum aos elementos. Essa associação de informações é realizada devido a parametrização que a ferramenta BIM proporciona.

3.2 PARAMETRIZAÇÃO

Segundo Rodas (2015), quando é inserida uma nova informação em um projeto em BIM, os parâmetros do projeto são adaptados a todos elementos, tornando o modelo BIM um modelo inteligente e possibilitando uma melhoria na coordenação, qualidade e confiabilidade nos objetos paramétricos criados.

A indústria AEC vem utilizando a ideia de parametrização para facilitar o seu trabalho de alterar um modelo em projeto. O que antes era realizado de forma manual pelo usuário no CAD (Desenho assistido por computador), hoje com a realidade do BIM essa mudança é feita de forma automática. Os objetos são atualizados conforme a definição do usuário ou mudança de contexto.

Conforme Eastman et al. (2014), são criadas famílias de modelos ou classe de elemento paramétrico. Esses objetos são definidos com parâmetro de ângulo, distância ou outra regra. Essa associação de fatores faz com que os objetos variem de acordo com valores de seus parâmetros, possibilitando que o projetista possa fazer as devidas modificações pertinentes ao seu trabalho.

Devido a interoperabilidade e, de acordo com Santos (2017), a plataforma BIM possibilita a integração de diferentes softwares, favorecendo o compartilhamento das informações associadas ao modelo parametrizado.

3.3 INTEROPERABILIDADE

Segundo Sousa (2016), a interoperabilidade acontece quando um determinado *software* possui a capacidade de troca de informações com outro *software*. De acordo com Faroni (2017), a plataforma BIM presume o gerenciamento de diversos projetos complementares, interconexão de informações de vários *softwares* no mesmo projeto. Esse compartilhamento e troca de informações só é possível por causa da interoperabilidade.

A plataforma BIM é responsável por gerar um grande fluxo de trabalho, ocasionando envolvimento de diversos colaboradores para desenvolver um determinado projeto. Para que esses profissionais consigam integralizar essas modificações, é preciso que tenham o mesmo

formato. O IFC (*Industry Foundation Classes*), formato trazido pelo *software* da plataforma BIM, possibilita a comunicação entre si.

O IFC é único modelo existente de dados público, não proprietário e bem desenvolvido para construções e arquitetura. Ele é padrão “de fato” em todo o mundo e está sendo formalmente adotado por vários governos e agências em diversas partes do mundo. Ele está sendo eleito e utilizado para um número crescente de usos, tanto no setor público quanto privado. (EASTMAN et al., 2014, p. 84).

Nos subtópicos seguintes serão apresentados alguns *softwares* BIM da Autodesk, onde, além da interoperabilidade, os mesmos compartilham dimensões e parametrização.

3.3.1 Autodesk Revit®

O Autodesk Revit® possibilita a modelagem de projetos de arquitetura (Revit Architecture), estrutura (Revit Structure) e instalações elétricas, hidrossanitárias e mecânicas (Revit MEP). Esse *software* possibilita as vistas 2D e 3D de um projeto tridimensional, fornecendo informações sobre as fases de projetos, tabela de quantitativo, *design*, *tour* virtual e as informações sobre vida útil de uma edificação. O Autodesk Revit® coleta as informações do projeto nas etapas de concepção, execução e manutenção. Os objetos que foram modificados em suas vistas de modelo, podem ser alterados automaticamente através da modelagem paramétricas (AUTODESK, 2019).

3.3.2 Autodesk BIM 360

O BIM 360 é uma plataforma de gerenciamento de construção que possui a finalidade de conectar as equipes desde a concepção até o processo de execução, fazendo com que haja melhoria na tomada de decisões e, conseqüentemente, tornando os resultados mais precisos e lucrativos.

3.3.3 Autodesk BIM 360 Glue

O BIM 360 GLUE tem acesso aos documentos no Revit®, CAD e Navisworks, possui ferramentas voltada para revisão da construção e permite ao usuário fazer anotações.

3.3.4 Autodesk BIM 360 Field

Esse aplicativo tem foco principal no canteiro de obra. Organiza as informações, controla a produção, qualidade de execução de obra e possibilita ao usuário fazer *checklist* de verificações.

Os parâmetros da ferramenta BIM, abordados nesse capítulo, contribuem para uma construção integrada e organizada nas diferentes etapas do projeto (ilustradas na Figura 1). A exemplo da inspeção predial, contida na etapa Operação e Manutenção e abordada no capítulo seguinte.

4 INSPEÇÃO PREDIAL

As palestras e congressos realizado pelo IBAPE em 1999 foram de suma importância para a divulgação, no meio científico, do termo inspeção predial no Brasil. Segundo Gomide, Fagundes e Gullo (2009), a inspeção predial determina as irregularidades que possam prejudicar os aspectos funcional, estrutural e arquitetônico da edificação.

Durante a vistoria, verifica-se o estado de conservação da estrutura para analisar se atende aos usuários durante a vida útil da edificação e auxiliar na aplicação do plano de gestão da manutenção. Dessa forma, é indispensável a análise visual, que é aplicada através de um *checklist* na edificação estudada. Essa verificação tem a finalidade de observar o desempenho da estrutura, da segurança, o estado de conservação e manutenção.

De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), a metodologia aplicada durante a inspeção possui o intuito de classificar as deficiências encontradas na edificação, requisitos de vida útil da edificação, classificação das anomalias e falhas, níveis de inspeção e apontar o grau de risco de cada uma delas, fazendo a ordem de prioridades técnicas para suas correções ou orientações através da documentação.

4.1 VIDA ÚTIL DA EDIFICAÇÃO

Segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994), a vida útil de um item qualquer da edificação é o intervalo de tempo, desde o início, em que esse item é colocado no estado de ocupação até o momento em que a veemência de falhas é considerada intolerável ou até que esse item seja considerado irre recuperável depois de uma pane. Dessa forma, é compreendido como vida útil da edificação o período que atende a todos os requisitos de concepção de projeto sem prejudicar o desempenho estrutural da estrutura.

(...) vida útil é o período de tempo compreendido entre o início de operação e uso de uma edificação até o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário, sendo diretamente influenciada pelas atividades de manutenção e reparo e pelo ambiente de exposição. (POSSAN; DEMOLINER, 2013, p. 7).

Conforme a NBR 16747 (ABNT, 2020), o ciclo de vida de uma edificação está diretamente relacionado com as atividades de manutenção desde a fase de projeto e execução até uso. Através da inspeção predial continua é possível verificar a existência de anomalias e falhas que são registradas por fotografias.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS E FALHAS

As anomalias e falhas estão relacionadas à falta de manutenção na edificação ou à falta de parâmetros durante as escolhas dos materiais empregados na execução da obra, tais como: recomendações dos fabricantes, recomendações das NBR's para cada determinada atividade executada e memoriais descritivos.

Conforme o IBAPE (2012), o não atendimento das especificações técnicas reduz a vida útil dos elementos construtivos do projeto, podendo comprometer, portanto: conforto térmico, acústico, funcionalidade, saúde dos usuários e segurança.

4.2.1 Anomalia

Conforme Pujadas (2007), anomalia é um desvio da normalidade que pode se apresentar como uma manifestação patológica. De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), as anomalias são classificadas de acordo com a sua origem em:

- Endógenas: são causadas durante as fases de projeto, execução ou nas escolhas dos materiais da edificação;
- Exógenas: são provocadas pela intervenção de terceiros, como, por exemplo, danos causados por obra vizinha ou choques de veículos em parte da edificação;
- Naturais: são causados por fenômenos da natureza, tais como enchentes, furacões, etc.
- Funcionais: São causados pela degradação do uso inadequado do sistema construtivo e de envelhecimento natural do mesmo, conseqüentemente, ocasionando o término da vida útil.

4.2.2 Falhas

Conforme a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), as falhas podem ser classificadas em:

- De planejamento: inadequação do plano de manutenção;
- De execução: execução inadequada do plano de manutenção;
- Operacionais: procedimento inadequado de registros, controle e outras atividades associadas;
- Gerenciais: falta de controle de qualidade dos serviços e dos custos da manutenção.

De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), após a vistoria na edificação analisada, para cada anomalia/falha, deve ser definido o grau de risco.

4.3 GRAU DE RISCO

Conforme a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), o grau de risco é classificado conforme as anomalias e falhas, observando se essas oferecem risco aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio. O grau de risco pode ser classificado como:

- Crítico: é quando a edificação perde o desempenho e funcionalidade, ocasionando risco aos usuários e comprometendo a vida útil;
- Médio: é ocasionado pela deterioração precoce e perda da funcionalidade de forma parcial, sem oferecer risco com a operação direta do sistema;
- Mínimo: pequeno prejuízo relacionado com a estética da edificação.

De acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020), o inspetor predial, após analisar a saúde da edificação, deve desenvolver um laudo com eventuais não conformidades classificadas de acordo com o nível de inspeção determinado.

4.4 NÍVEIS DE INSPEÇÃO

Segundo a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), a inspeção predial classifica a edificação de acordo com a complexidade técnica, manutenção e operação existente, através da elaboração de um laudo que verifica a necessidade de formação de uma equipe multidisciplinar para execução dos trabalhos, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Nível de inspeção.

Nível 1	Identificação das anomalias e falhas aparentes, elaborada por profissional habilitado, contando com orientação técnica pertinente.	Se enquadra ordinalmente nos imóveis cuja natureza evidenciam sistemas e componentes construtivos simples, tais como: casas térreas, sobrados e edifícios sem elevador.
---------	--	---

Nível 2	Vistoria para a identificação de anomalias e falhas aparentes eventualmente identificadas com o auxílio de equipamentos e/ou aparelhos, bem como análises de documentos técnicos específicos, consoante à complexidade dos sistemas construtivos existentes.	A inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades. Se enquadra nos imóveis cuja natureza evidenciam sistemas e componentes construtivos complexos, tais como edifícios de múltiplos andares, galpões industriais, etc.
Nível 3	Equivalente aos parâmetros definidos para a inspeção de NÍVEL 2, acrescida de auditoria técnica conjunta ou isolada de aspectos técnicos, de uso ou de manutenção predial empregada no empreendimento, além de orientações para a melhoria e ajuste dos procedimentos existentes no plano de manutenção.	O nível enquadra, ordinariamente, os imóveis com suspeitas de vícios ocultos significativos.

Fonte: IBAPE (2012).

De acordo com (IBAPE, 2012), os níveis de inspeção, descritos no Quadro 2, devem ser analisados conforme as características construtivas da edificação e uma ordem de prioridade deve apresentar uma discrição de intensidade relacionada aos riscos provocados pelo meio ambiente, usuário e construção.

4.5 ORDEM DE PRIORIDADE

De acordo com Silva (2016), as anomalias e falhas devem ser classificadas em ordem de prioridade decrescente, dependendo do grau de risco e da intensidade das mesmas, através da sinalização da sequência de ações corretivas a serem tomadas para melhoria da manutenção, operabilidade e confiabilidade da edificação, utilizando a metodologia como a

matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). As funções de criticidade e pesos são classificadas a seguir, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Ordem de prioridade.

GRAU	GRAVIDADE	PESO
Total	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício.	-(10)
Alta	Ferimento em pessoas, danos ao meio ambiente ou do edifício.	-(8)
Média	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício.	-(6)
Baixa	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros.	-(3)
Nenhuma		-(1)
GRAU		
GRAU	URGÊNCIA	PESO
Total	Evento em ocorrência.	-(10)
Alta	Evento prestes a ocorrer.	-(8)
Média	Evento prognosticado para breve.	-(6)
Baixa	Evento prognosticado para adiante.	-(3)
Nenhuma	Evento imprevisto.	-(1)
GRAU		
GRAU	TENDÊNCIA	PESO
Total	Evolução imediata.	-(10)
Alta	Evolução em curto prazo.	-(8)
Média	Evolução em médio prazo.	-(6)
Baixa	Evolução em longo prazo.	-(3)
Nenhuma	Não vai evoluir.	-(1)

Fonte: Gomide et al. (2009)

Segundo a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), as classificações das ordens de prioridade devem ser baseadas no estado de conservação da edificação e condições de uso, integridade dos usuários com surgimento de situações de grau crítico. Essas informações devem ser apresentadas nos documentos administrativos, técnicos e de manutenções anteriores para verificar o andamento da vida útil edificação inspecionada.

4.6 DOCUMENTAÇÃO

Na inspeção predial, é necessário a verificação da conformidade administrativa junto aos órgãos públicos e analisar os equipamentos que são utilizados na edificação. Conforme a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), os documentos possíveis recomendados para a verificação são: administrativo, técnicos e manutenções e operação, porém essa análise fica a critério do profissional responsável.

- Administrativos: alvará de construção, alvará do corpo de bombeiros, certificado de manutenção do sistema de segurança, licença de funcionamento da prefeitura e certificado de acessibilidade.
- Técnicos: projeto de estruturas, projeto executivo, projeto de instalações prediais e projeto de impermeabilização.
- Manutenção e operação: selos dos extintores, laudos de inspeção predial anteriores, certificado de teste de estanqueidade do sistema de gás e certificado de ensaios de pressurização em mangueiras.

5 MÉTODO DE PESQUISA

O procedimento metodológico do presente trabalho foi dividido em três etapas, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do procedimento metodológico



Fonte: Autora (2020).

- Etapa 01:

Nesta etapa foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura existente sobre os principais assuntos abordados nesta pesquisa. Iniciou-se a pesquisa buscando normas e temas de conceitos fundamentais para o entendimento acerca da inspeção predial, plataforma BIM e gestão da manutenção.

- Etapa 02:

Como estudo de caso, foi utilizado um condomínio residencial localizado em Aracaju-SE. A edificação selecionada possui 4 anos de uso, é composta por 4 torres com 10 pavimentos, garagem, área de vivência com salão de festas, guarita, banheiros, piscina, quadra esportiva, elevadores, Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), sistema elétrico, Circuito Fechado de TV (CFTV), sistema de gás canalizado, sistema hidráulico e sistema de combate à incêndio.

Foi realizada a inspeção predial nessa edificação, pelo método tradicional, nas áreas de vivência em comum dos condôminos, onde a vistoria teve o intuito de catalogar anomalias e falhas existentes. Observou-se que o condomínio se encontra em ótimo estado de conservação, funcionalidade. Vale ressaltar que o síndico permitiu o livre acesso para desenvolver a pesquisa de campo.

- Etapa 03:

Nessa fase da pesquisa foi utilizada a planta baixa em dwg, fornecida pela empresa construtora do condomínio em estudo, como base para a modelagem do empreendimento no *software* Revit® Architecture. O processo de importação da planta baixa do AutoCad para o Revit® é possível devido a interoperabilidade existente entre os dois softwares, ou seja, a

possível comunicação sem perda de informações. Após a modelagem, através da instalação do plugin BIM 360 Glue no *software* Revit®, foi possível exportar o modelo tridimensional para o BIM 360 Glue, já que esse permite o acesso ao modelo 3D do desenho e a exportação para o BIM 360 Field.

Por fim, a partir da utilização do BIM 360 Field, foi possível aplicar as ferramentas BIM na inspeção do condomínio, através do preenchimento de formulários no modelo 3D com a utilização de *pins* nas falhas e anomalias da edificação analisada. A inspeção em campo foi realizada com a utilização de iPad e preenchimento de lista de verificação.

6 MÉTODO CONVENCIONAL DE INSPEÇÃO PREDIAL CORRENTE USADO NO MERCADO

No método convencional, a inspeção predial é realizada através do cadastro de fotos e adição de comentários relacionados as manifestações patológicas encontradas durante a vistoria. A reunião desses dados é responsável pela parte da documentação do laudo.

Na sequência é apresentada a vistoria, realizada no condomínio em estudo, através do método convencional.

1. Dados e informações do condomínio:

- Logradouro: Rua do Condomínio analisado;
- Bairro: Bairro do Condomínio analisado;
- Cidade: Aracaju – SE;
- Idade aproximada: 4 anos.

2. Inspeção da Área de Lazer do Condomínio em estudo

2.1 Jardim

- Data: 01/05/2020
- Grau de risco: Regular (Matriz Gut)



Comentário:

Recomenda-se que seja feito o monitoramento da fissura para verificar se está ativa.

2.2 Parede da cascata da piscina

- Data: 01/05/2020
- Grau de risco: Regular (Matriz Gut)

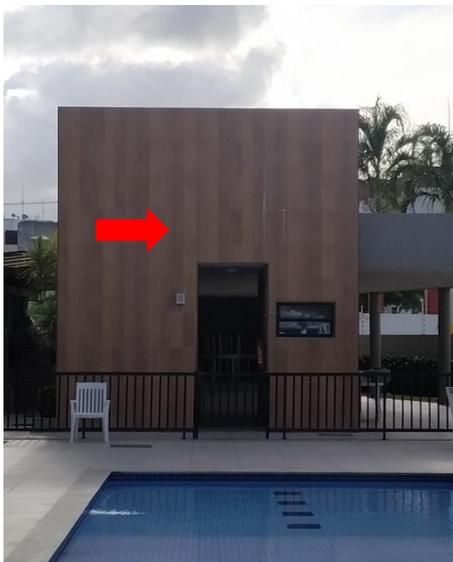


Comentário:

Apresenta apenas mancha de sujidade. Caso surjam novas manifestações patológicas, recomenda-se retirar o reboco para verificar se há corrosão na armadura.

2.3 Parede da caixa d'água

- Data: 01/05/2020
- Grau de risco: Regular (Matriz Gut)



Comentário:

Apresenta eflorescência, cuja causa provável deve ser umidade constante ou presença de sais solúveis na alvenaria. Para o reparo, faz-se necessário a eliminação da infiltração.

2.4 Sala de jogos

- Data: 01/05/2020
- Grau de risco: Regular (Matriz Gut)

**Comentário:**

Parede apresenta o revestimento do reboco “fofo”. Recomenda-se que seja retirado o reboco para verificar se há corrosão na armadura.

2.5 Pergolado

- Data: 01/05/2020
- Grau de risco: Regular (Matriz Gut)

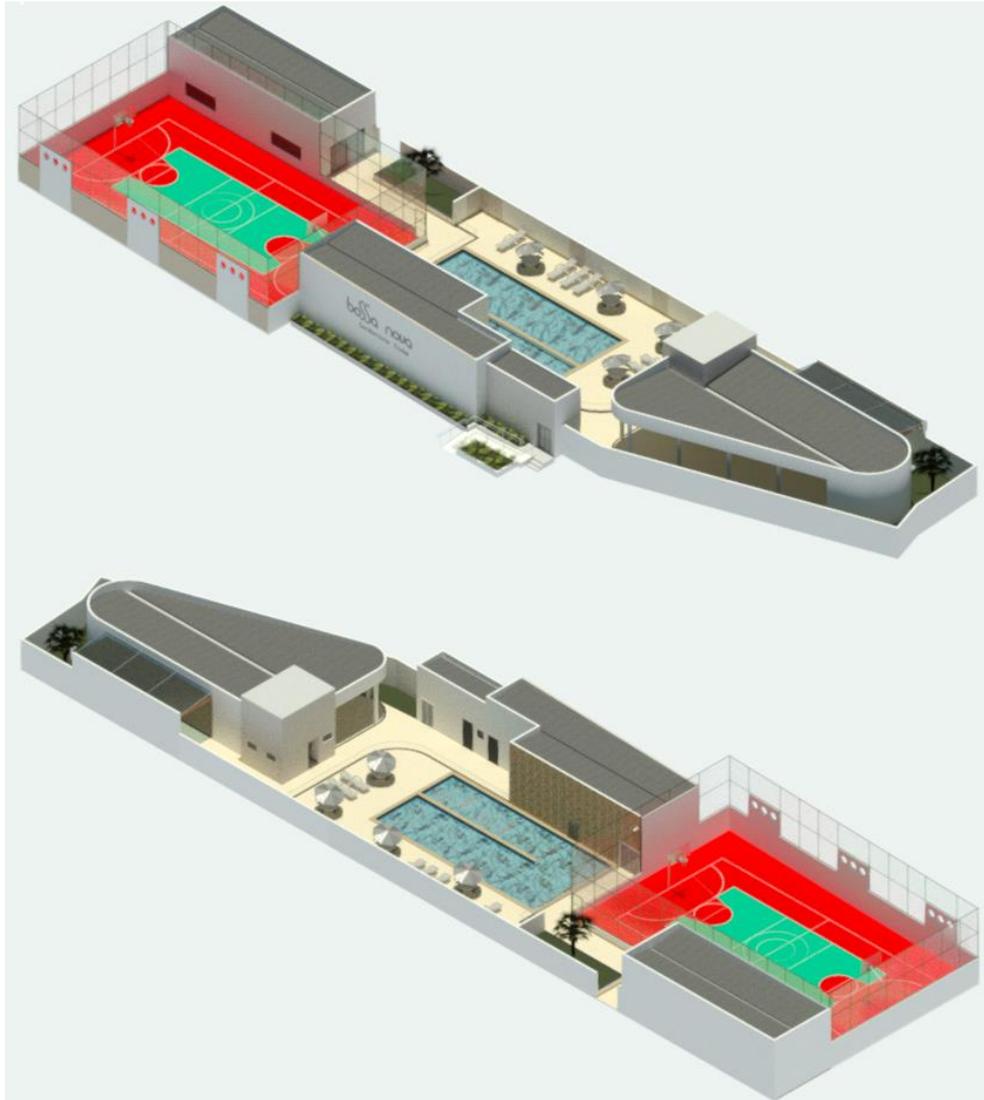
**Comentário:**

Recomendável que seja executado uma junta de dilatação térmica.

7 MODELAGEM E INTEGRAÇÃO COM A FAMÍLIA BIM 360

A modelagem tridimensional do condomínio em estudo foi executada no *software* Revit. A Figura 3 ilustra o modelo arquitetônico representativo da área de vivência do condomínio.

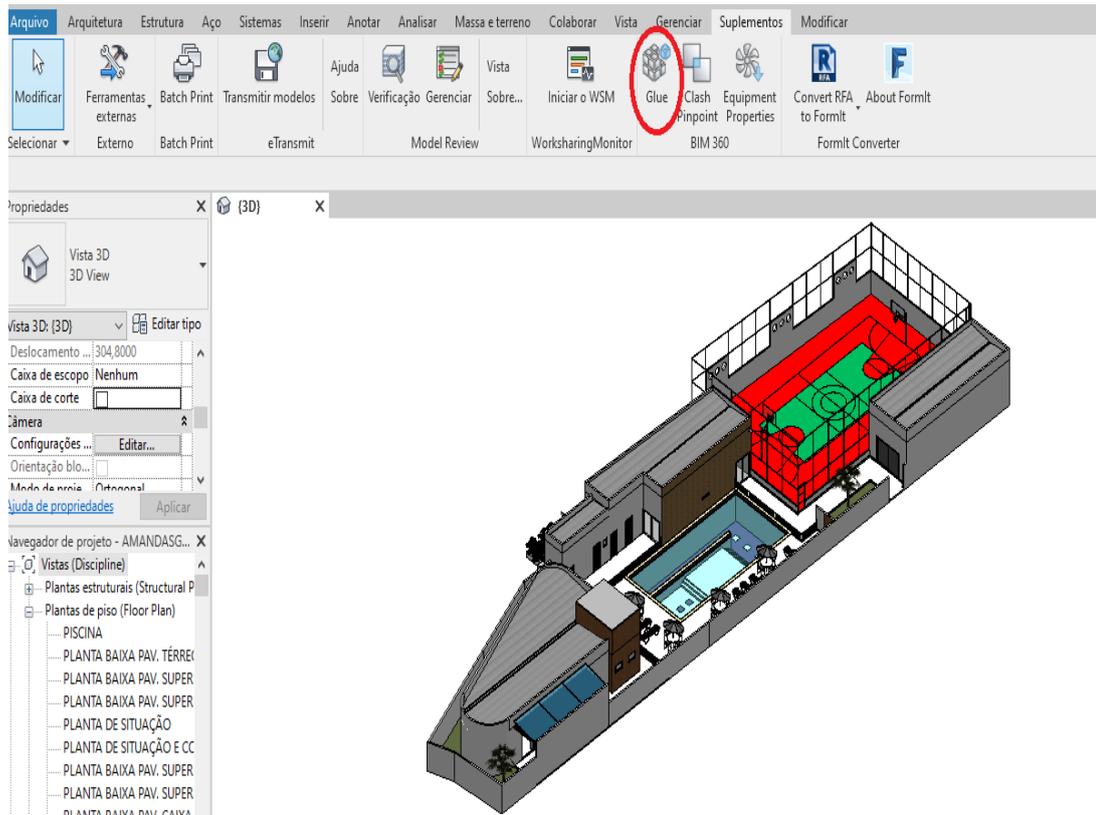
Figura 3 – Modelo arquitetônico representativo da área de vivência do condomínio.



Fonte: Autora (2020).

O projeto arquitetônico foi exportado para BIM 360 Glue por intermédio de um plugin do Revit. A Figura 4 mostra o plugin do Glue no Revit.

Figura 4 – Plugin BIM 360 Glue no Revit.



Fonte: Autora (2020).

O BIM 360 Glue permite a integração dos documentos do Revit para família de *softwares* BIM 360, disponibiliza a ferramenta visualização no modelo tridimensional e, além disso, possibilita o recebimento de mais um projeto da mesma edificação através da ferramenta “Merged Models”. A Figura 5 mostra o projeto no BIM 360 Glue.

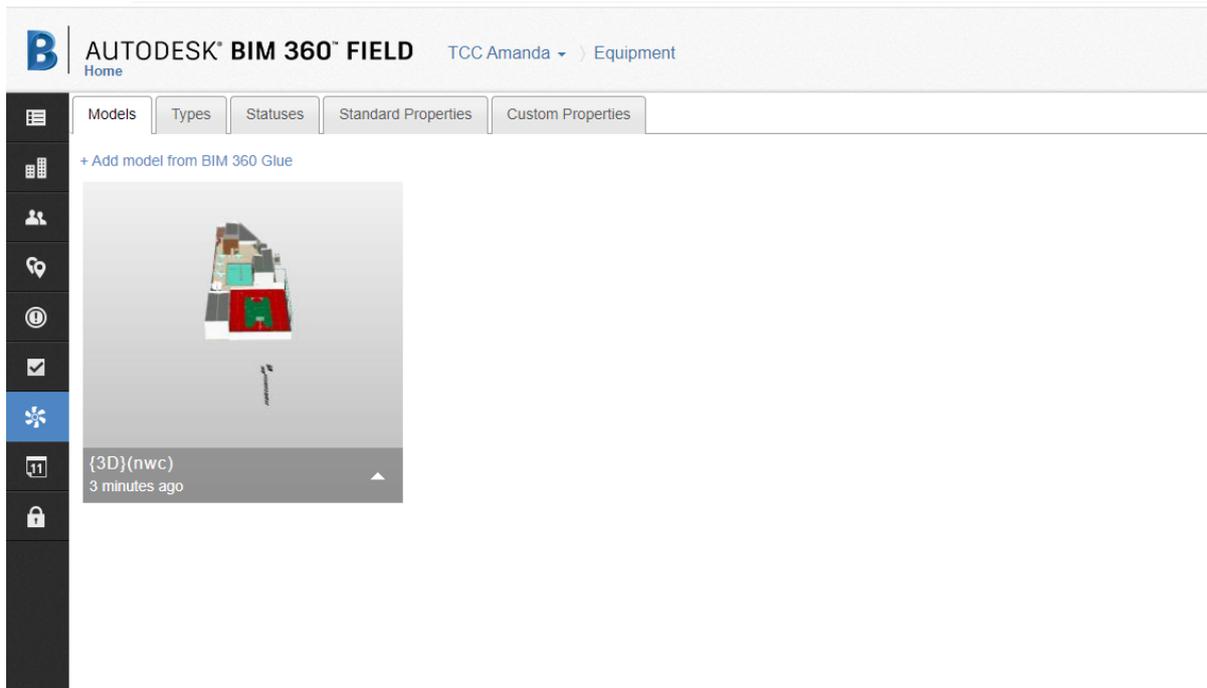
Figura 5 – Projeto BIM 360 Glue.



Fonte: Autora (2020).

A utilização do *software* BIM 360 Glue deu-se somente para que a modelagem do projeto arquitetônico fosse exportada para BIM 360 Field Web (Figura 6). A visualização tridimensional do projeto arquitetônico só é possível no BIM 360 Field mobile app, ou seja, através de um iPad.

Figura 6 – Projeto arquitetônico no BIM 360 Field Web.



Fonte: Autora (2020).

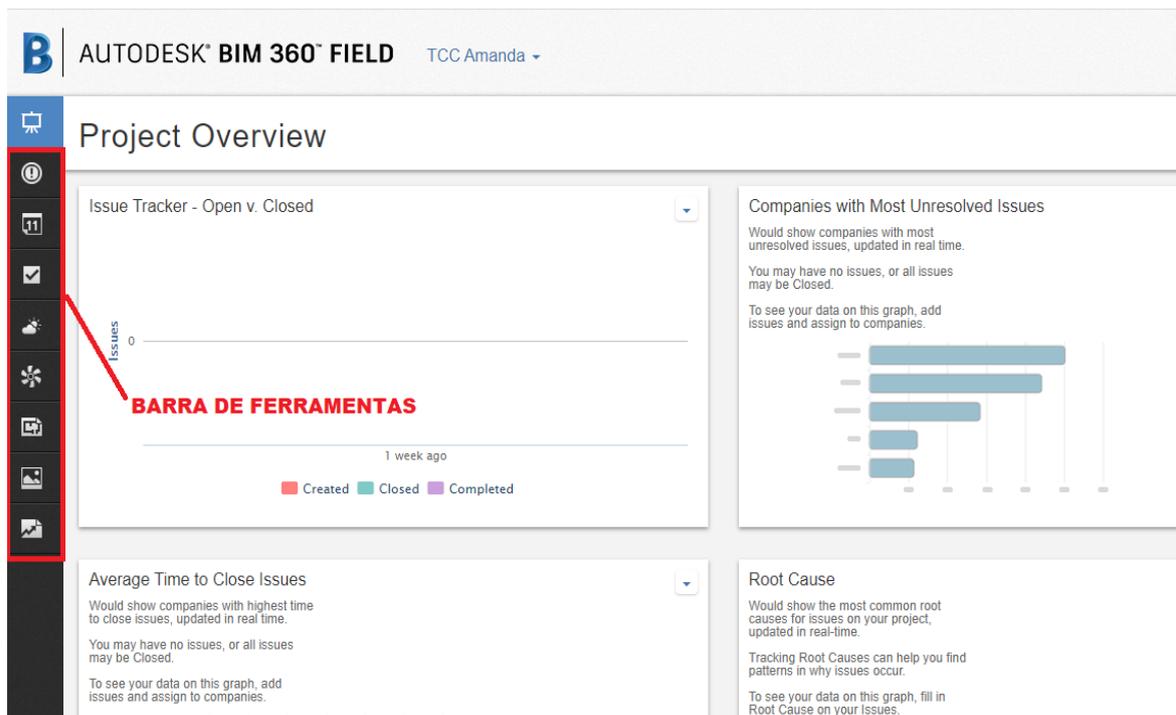
Conforme Santos (2017), o BIM 360 Field possui uma barra de ferramenta (*Project - Overview*) que contém oito comandos. São eles:

1. *Issues* – cria formulário para obra que pode ser previamente padronizado e estabelece prioridade;
2. *Tasks* – cria tarefas para serem executadas dentro de um prazo terminado no calendário utilizando as ferramentas de precificação de uma determinada atividade, como preço da mão de obra, preço de custo, custo total e periodicidade, sendo essa ferramenta utilizada na manutenção preventiva;
3. *Checklists* – utilizada para criação de lista de verificação de uma determinada atividade de inspeção predial;
4. *Daily Updates* – gera relatórios diários referente ao clima, trabalho e notas gerais de forma atualizada;

5. *Equipment* – faz a gestão de equipamentos e dos elementos construtivos provenientes do modelo virtual 3D do Revit. As informações alimentadas nessa ferramenta são com o intuito de verificar a garantia, identificadores séries, entre outros;
6. *Library* – é responsável pelo armazenamento de arquivos de diferentes formatos (dwg, PDF, doc, etc.);
7. *Photos* – permite o download das fotos que foram tiradas durante a inspeção predial;
8. *Reports* – responsável pela criação de relatórios no formato pdf com base nos *Issues*, *Tasks* e *Checklists*.

A Figura 7 a seguir ilustra a barra de ferramentas do BIM 360 Field, onde estão contidos, na sequência, os oitos comandos descritos anteriormente.

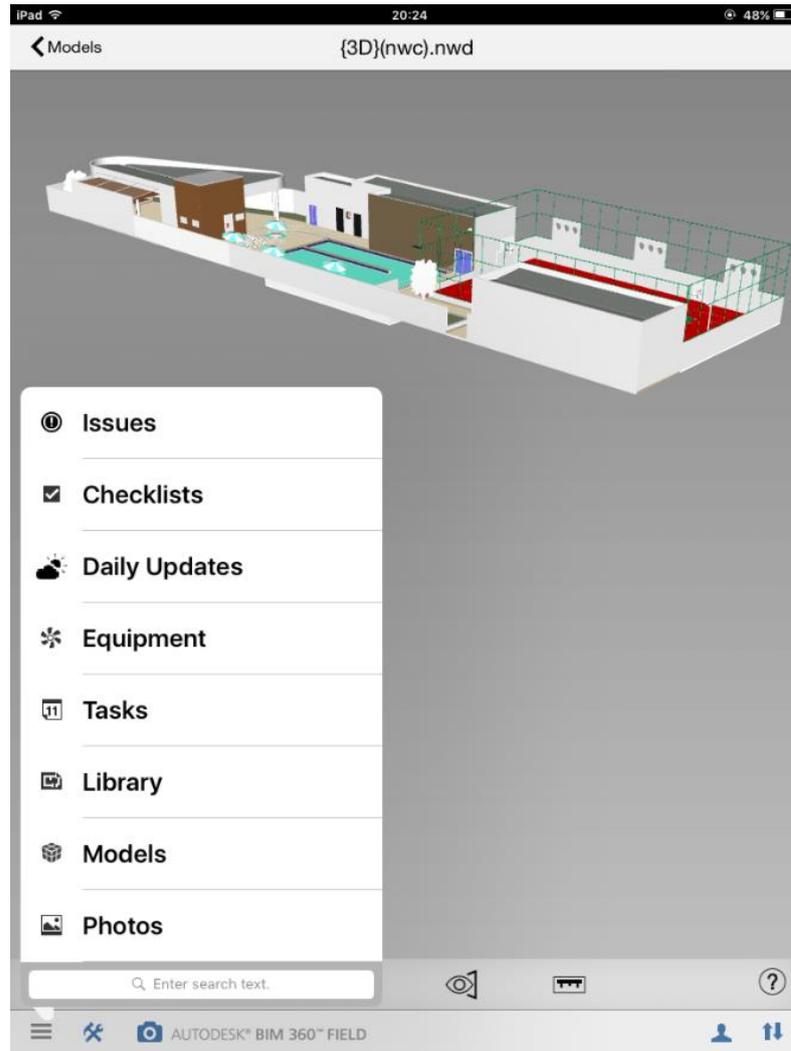
Figura 7 – Barra de ferramenta do BIM 360 Field Web.



Fonte: Autora (2020).

No BIM 360 Field mobile app, essas ferramentas são empregadas durante a inspeção predial na forma de preenchimento de modelos de arquivos já existentes (Figura 8). No entanto, quando é necessária a criação de *Checklist*, só é possível ser criado no BIM 360 Field Web.

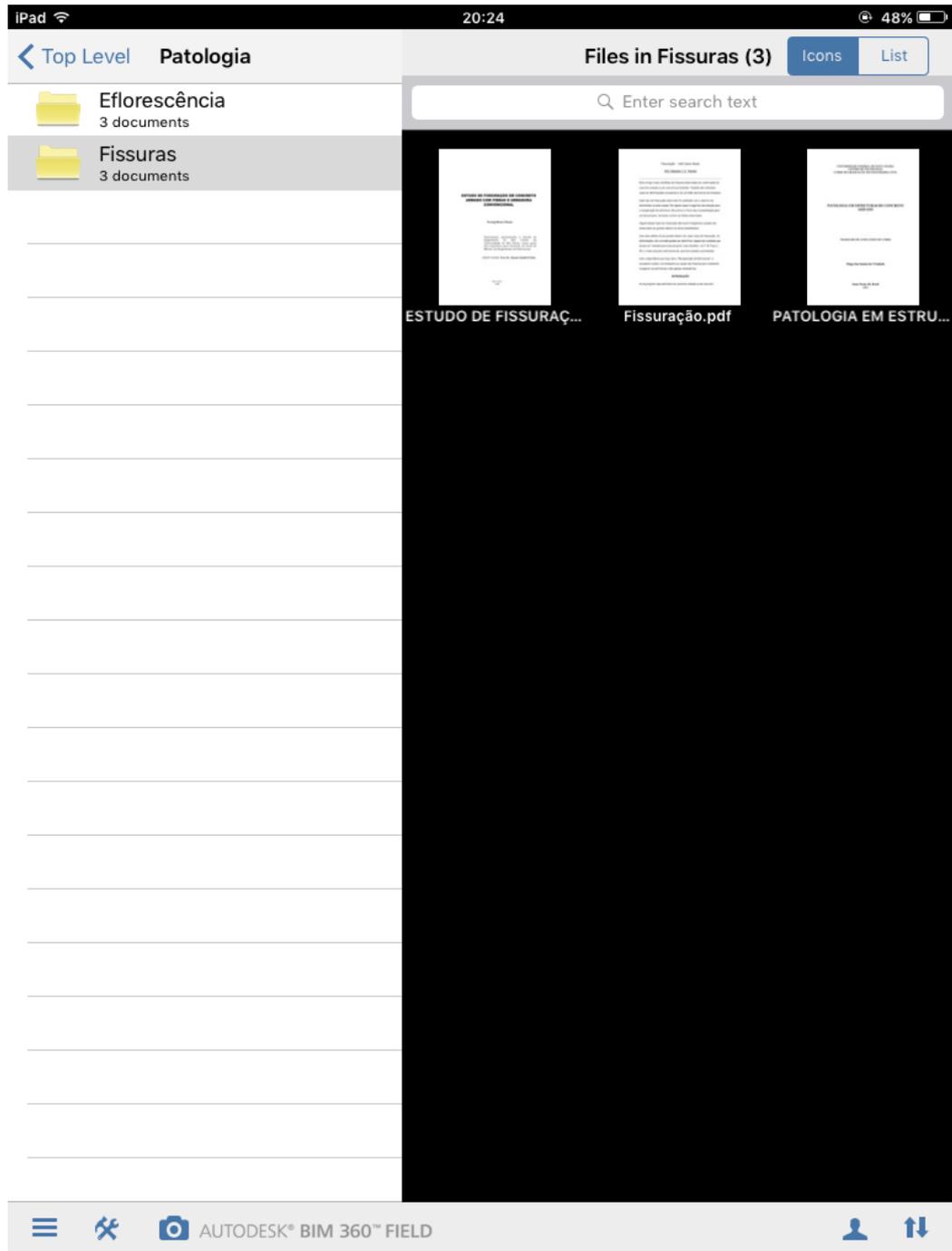
Figura 8 – Ferramentas do BIM 360 Field mobile app.



Fonte: Autora (2020).

Com a função *Library*, que fica na barra de ferramenta do BIM 360 Field, é possível anexar arquivos e fotos sobre os tipos de manifestações patológicas, para auxiliar durante a inspeção predial. A organização e a criação de pastas e subpastas facilitam a pesquisa durante a vistoria. A pasta criada recebeu o nome “Patologia” e as subpastas foram nomeadas de “Eflorescência” e “Fissuras” (Figura 9).

Figura 9 – Pasta Patologia visualizada no BIM 360 Field mobile app.



Fonte: Autora (2020).

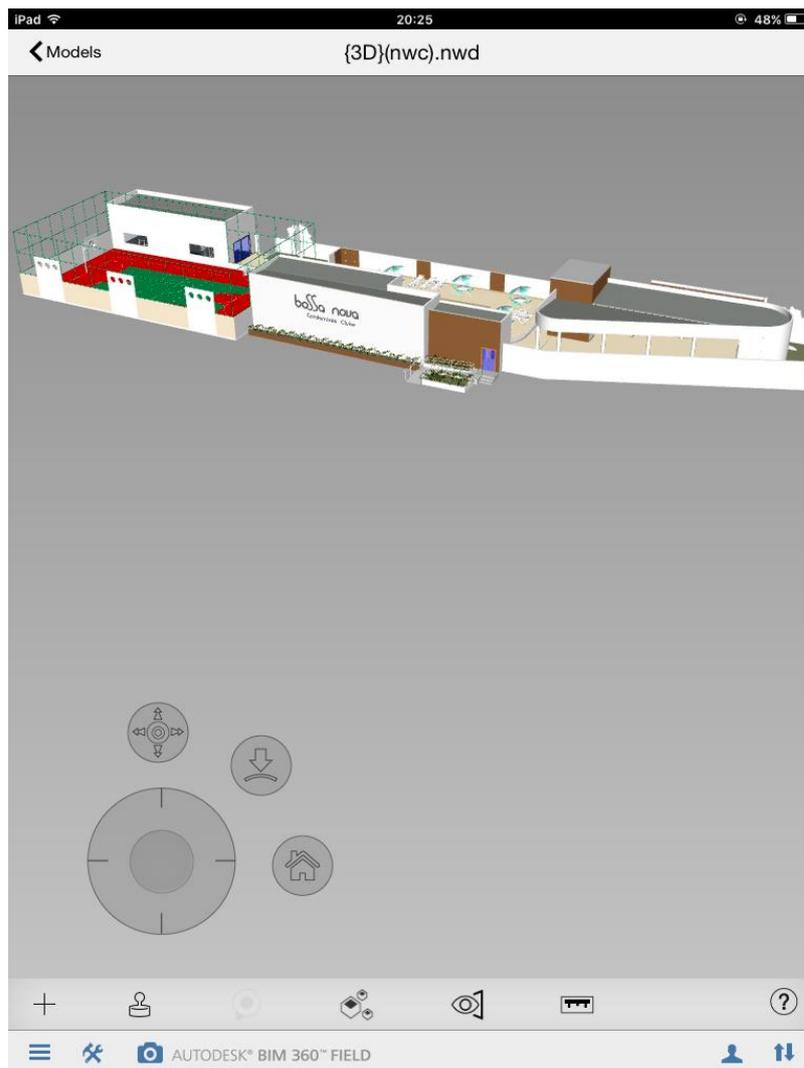
8 MÉTODO PROPOSTO POR SANTOS (2017) NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM

O método aplicado nesse trabalho foi o de Santos (2017), o qual utiliza duas formas de processos para a realização de inspeção predial. Elas se dão por meio do preenchimento de formulários inseridos no modelo tridimensional ou através de aplicação de *checklists* para cada manifestação patológica encontrada na edificação analisada.

8.1 INSPEÇÃO UTILIZANDO FORMULÁRIOS (*ISSUES*) NO MODELO 3D

Para iniciar as atividades de inspeção foi utilizado o software BIM 360 Field mobile app no iPad (esse aplicativo só é possível de ser utilizado no iPad), com a finalidade de visualizar o projeto arquitetônico na modelagem tridimensional (Figura 10).

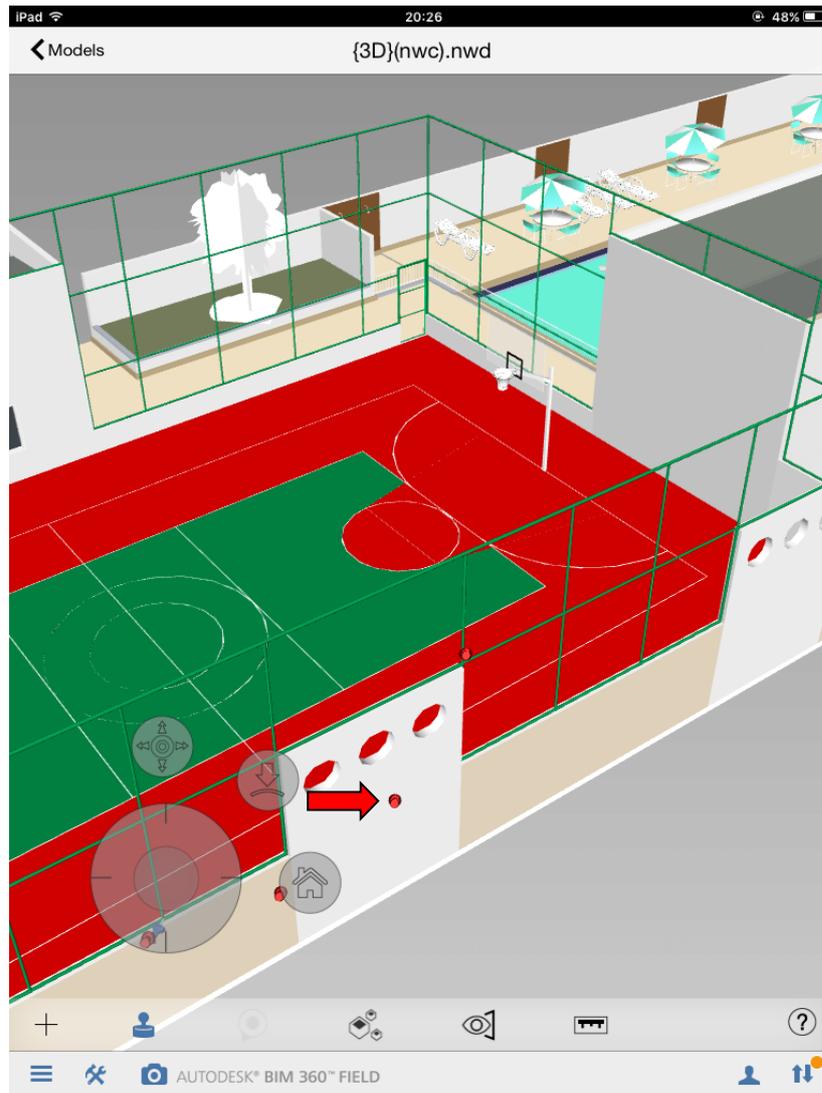
Figura 10 – Modelo arquitetônico no iPad.



Fonte: Autora (2020).

No modelo 3D do projeto arquitetônico, foram adicionados *pins* nos elementos construtivos com manifestação patológica, que são uma espécie de tacha. Nesses *pins* é possível adicionar fotos e o preenchimento de formulários (*Issues*). A Figura 11 mostra a adição desses *pins* nas anomalias e falhas.

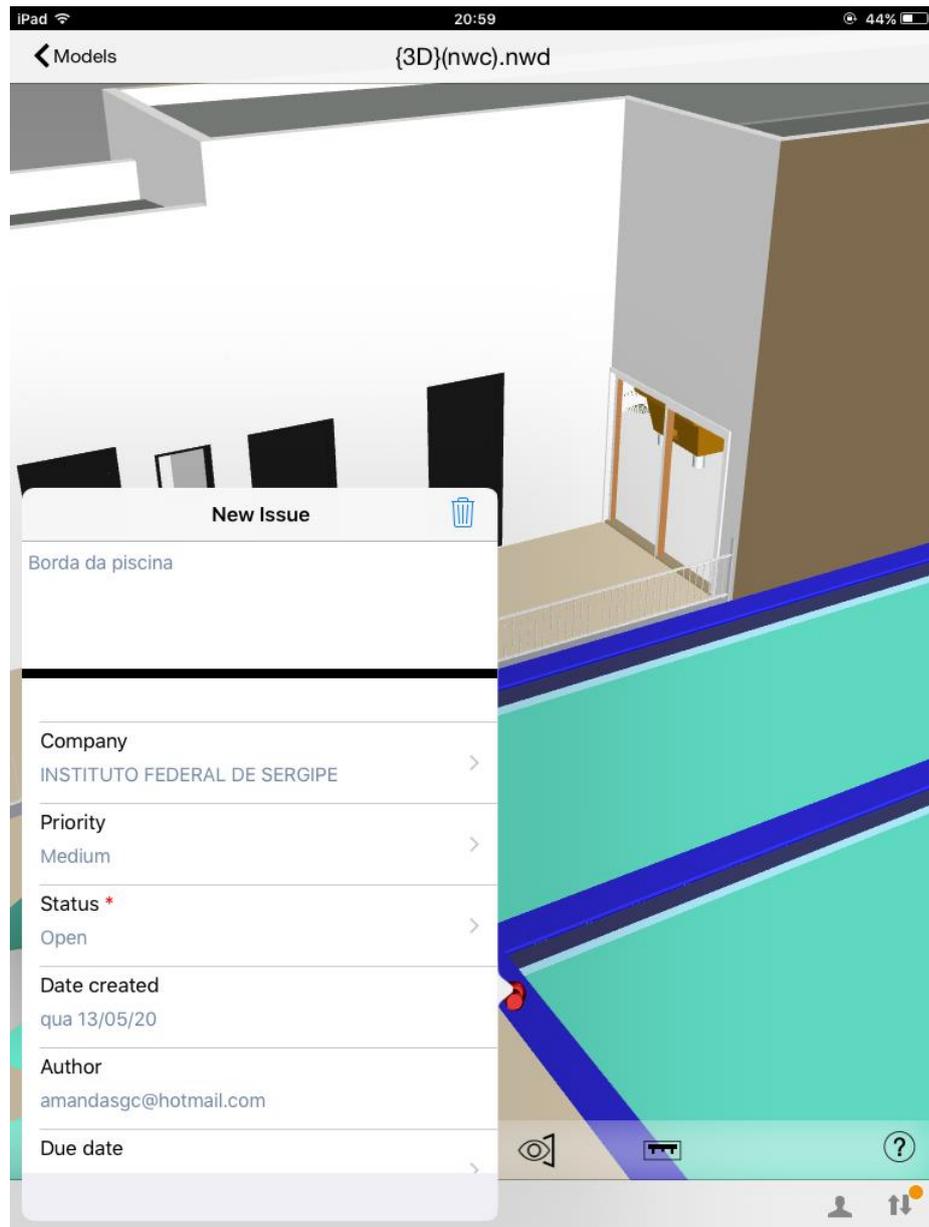
Figura 11 – Pins em objetos localizados na quadra de esporte.



Fonte: Autora (2020).

Realizou-se o cadastro de uma patologia denominada microfissuras, localizada na borda da piscina, através da função *Issues* no BIM 360 Field mobile app (Figura 12). Com a criação desse *pin*, foram realizados os cadastros contendo informações como fotos, comentários, causa raiz, prioridade, entre outros.

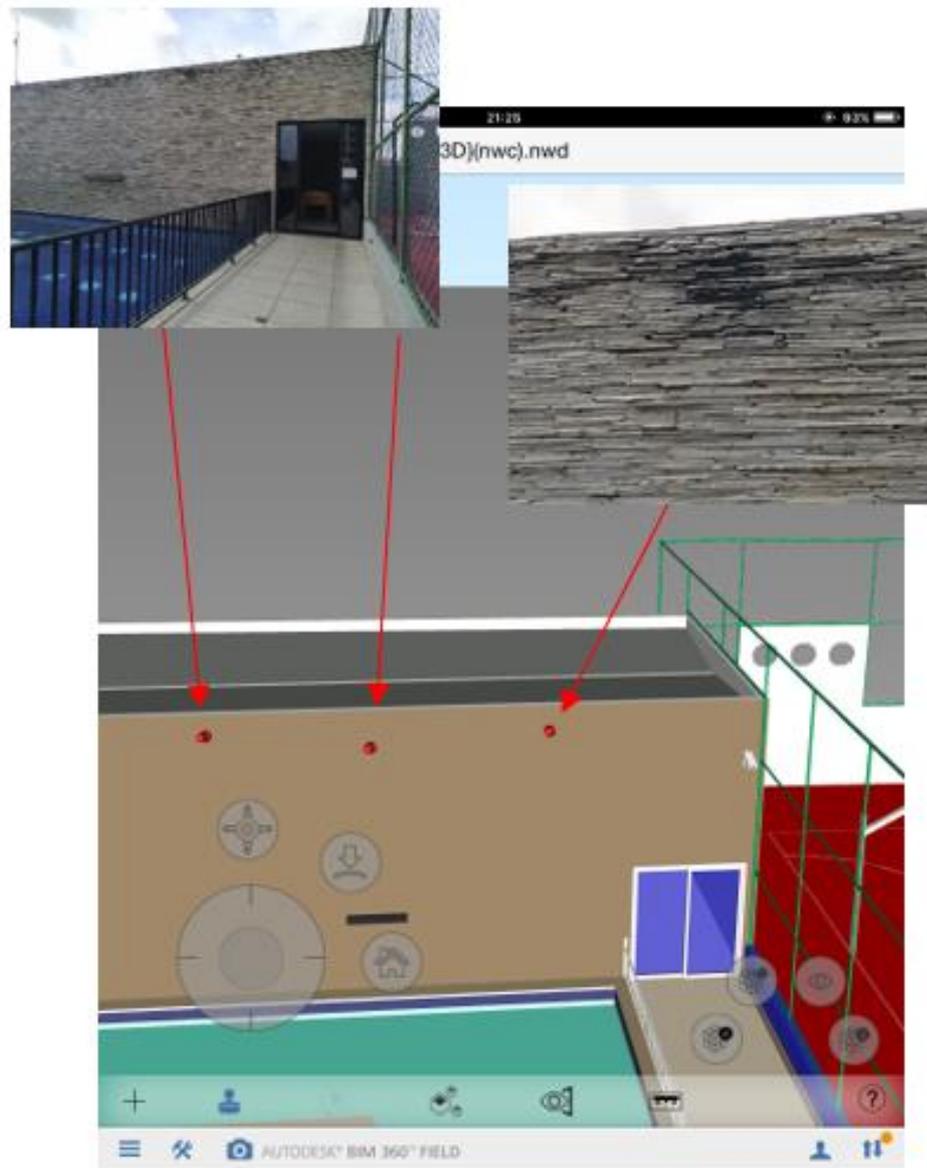
Figura 12 – Adição de *pin* com criação de formulário (*Issues*).



Fonte: Autora (2020).

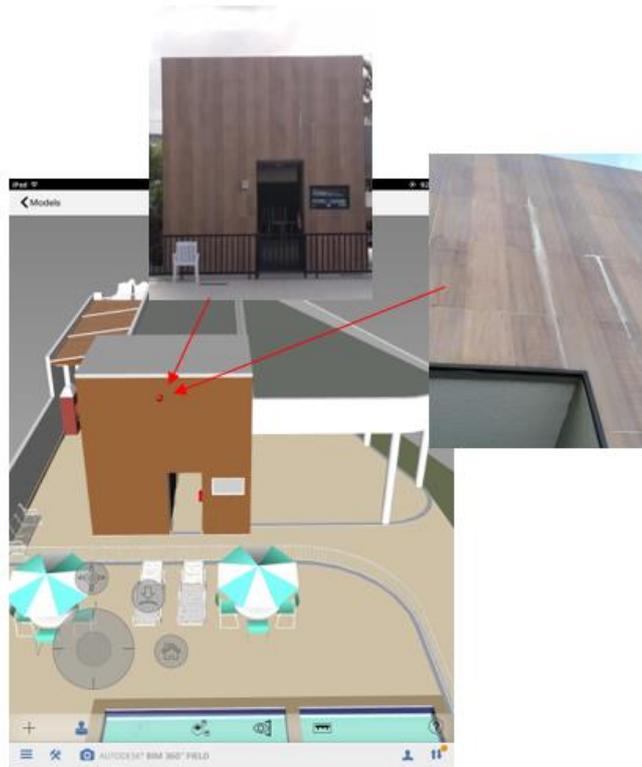
O anexo de foto em cada manifestação patológica é feito através da ferramenta *Issues* no item *Attachments*, como pode ser observado nas Figuras 13, 14 e 15.

Figura 13 – Exemplo de adição de pins com fotografia na parede da cascata d'água da piscina.



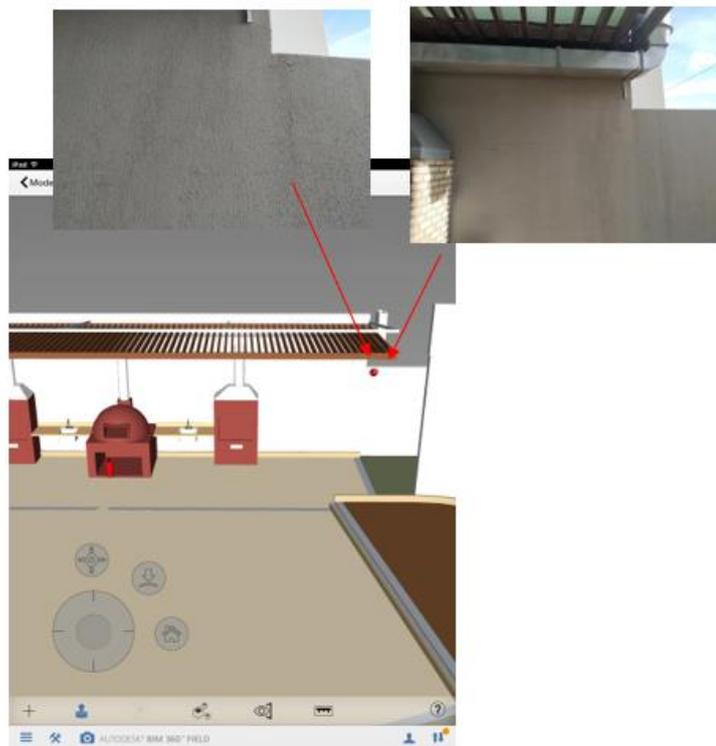
Fonte: Autora (2020).

Figura 14 – Exemplo de adição de pins com fotografia na parede da caixa d'água.



Fonte: Autora (2020).

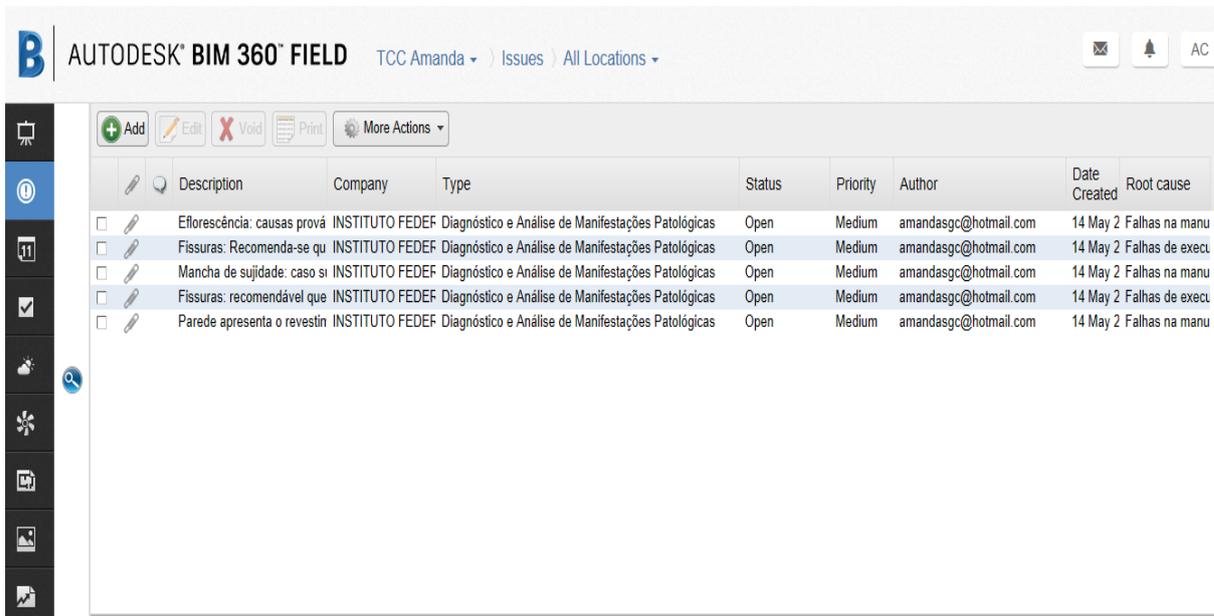
Figura 15 – Exemplo de adição de pins com fotografia na parede do pergolado.



Fonte: (Autora, 2020).

No Apêndice A é possível conferir o relatório, criado através da função *Reports*, de todos os *Issues* cadastrados na inspeção predial (Figura 16).

Figura 16 – Resultado dos *Issues* preenchidos durante a inspeção.

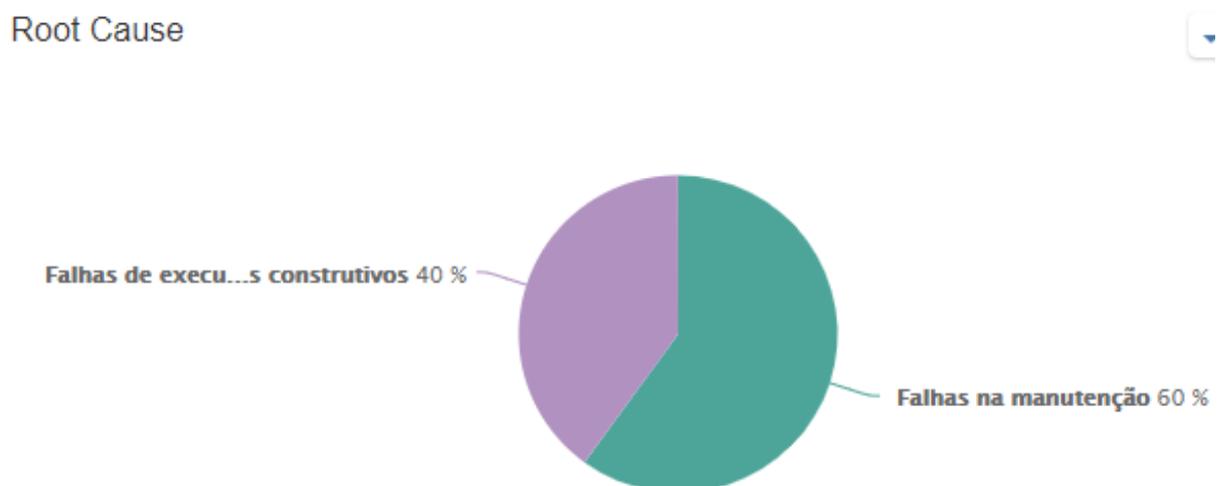


	Description	Company	Type	Status	Priority	Author	Date Created	Root cause
<input type="checkbox"/>	Eflorescência: causas prová	INSTITUTO FEDEF	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Open	Medium	amandasgc@hotmail.com	14 May 2	Falhas na manu
<input type="checkbox"/>	Fisuras: Recomenda-se qu	INSTITUTO FEDEF	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Open	Medium	amandasgc@hotmail.com	14 May 2	Falhas de execu
<input type="checkbox"/>	Mancha de sujidade: caso s	INSTITUTO FEDEF	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Open	Medium	amandasgc@hotmail.com	14 May 2	Falhas na manu
<input type="checkbox"/>	Fisuras: recomendável que	INSTITUTO FEDEF	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Open	Medium	amandasgc@hotmail.com	14 May 2	Falhas de execu
<input type="checkbox"/>	Parede apresenta o revestim	INSTITUTO FEDEF	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Open	Medium	amandasgc@hotmail.com	14 May 2	Falhas na manu

Fonte: Autora (2020).

Outra informação importante, gerada com os dados inseridos nos *Issues*, é a criação de gráficos, a exemplo do Gráfico 1, onde mostra o resultado das causas raízes.

Gráfico 1 – Resultado das causas raízes



Fonte: Autora (2020).

8.2 INSPEÇÃO UTILIZANDO *CHEKLIST*

A inspeção predial foi executada através de preenchimento de lista de verificações (*Checklists*). Nesta lista, havia perguntas com as seguintes respostas: “Yes”, no caso da existência de manifestação patológica, ou “No”, caso não tenha nenhuma patologia. É possível adicionar *Issues* (formulários) e comentários nos *Checklists*.

Na Figura 17, pode-se visualizar um exemplo do preenchimento da lista de verificação do sistema de vedações verticais. Nela é possível analisar a relação de todos *checklists* respondidos dos elementos construtivos através da função *Reports*, que transforma todas essas listas em relatórios, como consta no Apêndice B.

Figura 17 – Preenchimento da lista de verificações no sistema de vedações verticais.

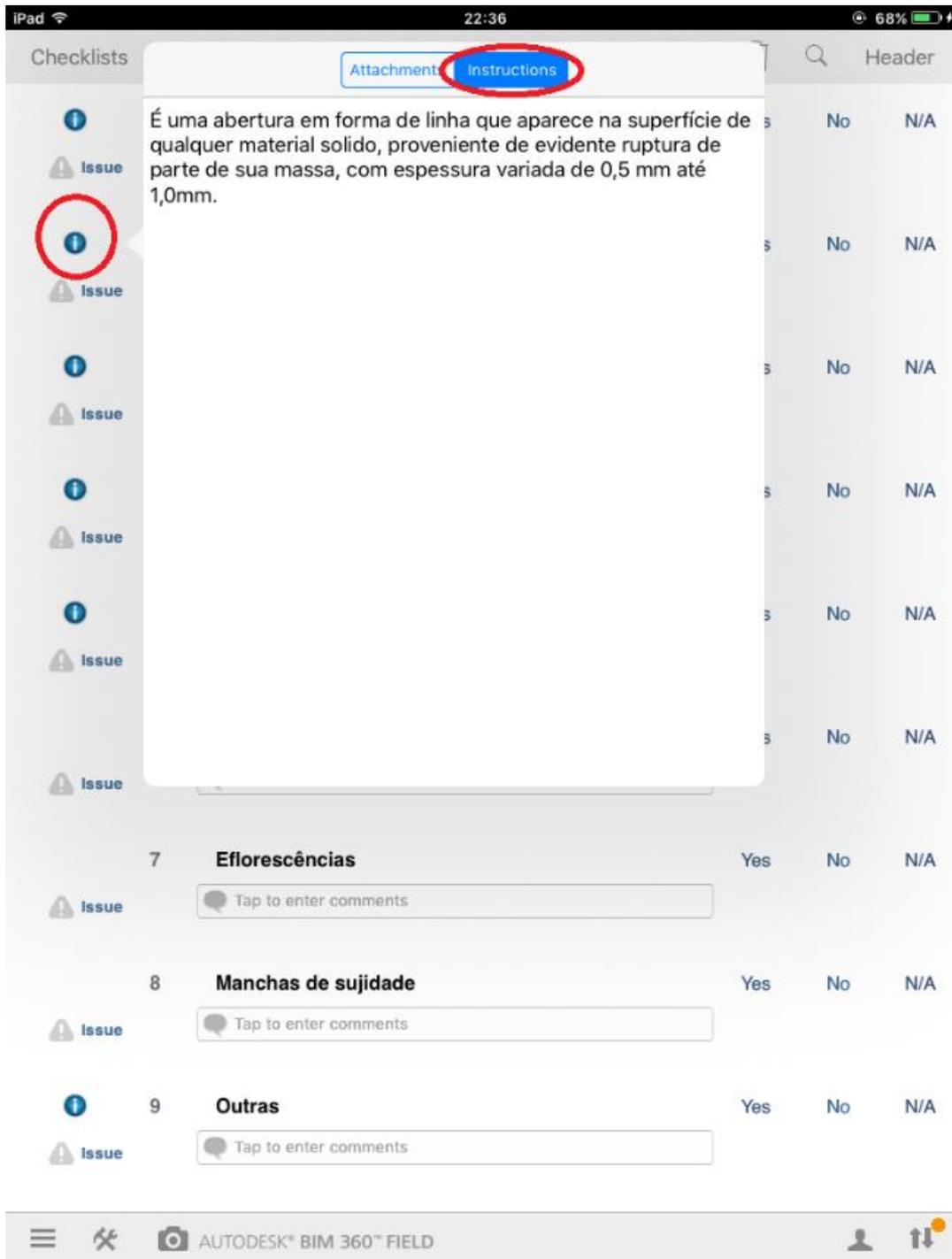
Item	Description	Yes	No	N/A
2	Trinca	Yes	No	N/A
3	Rachadura	Yes	No	N/A
4	Fenda	Yes	No	N/A
5	Irregularidade geométrica, fora de prumo/nível	Yes	No	N/A
6	Infiltrações Parede da sala de jogos	Yes	No	N/A
7	Eflorescências Parede da caixa d'água: próximo da piscina	Yes	No	N/A
8	Manchas de sujidade Parede da cascata da piscina	Yes	No	N/A
9	Outras	Yes	No	N/A

Fill out another checklist like this one

Fonte: Autora (2020).

No item “*Instructions*”, contido no *Checklist*, ícone com círculo em vermelho, é possível cadastrar a informação do que é uma fissura (Figura 18).

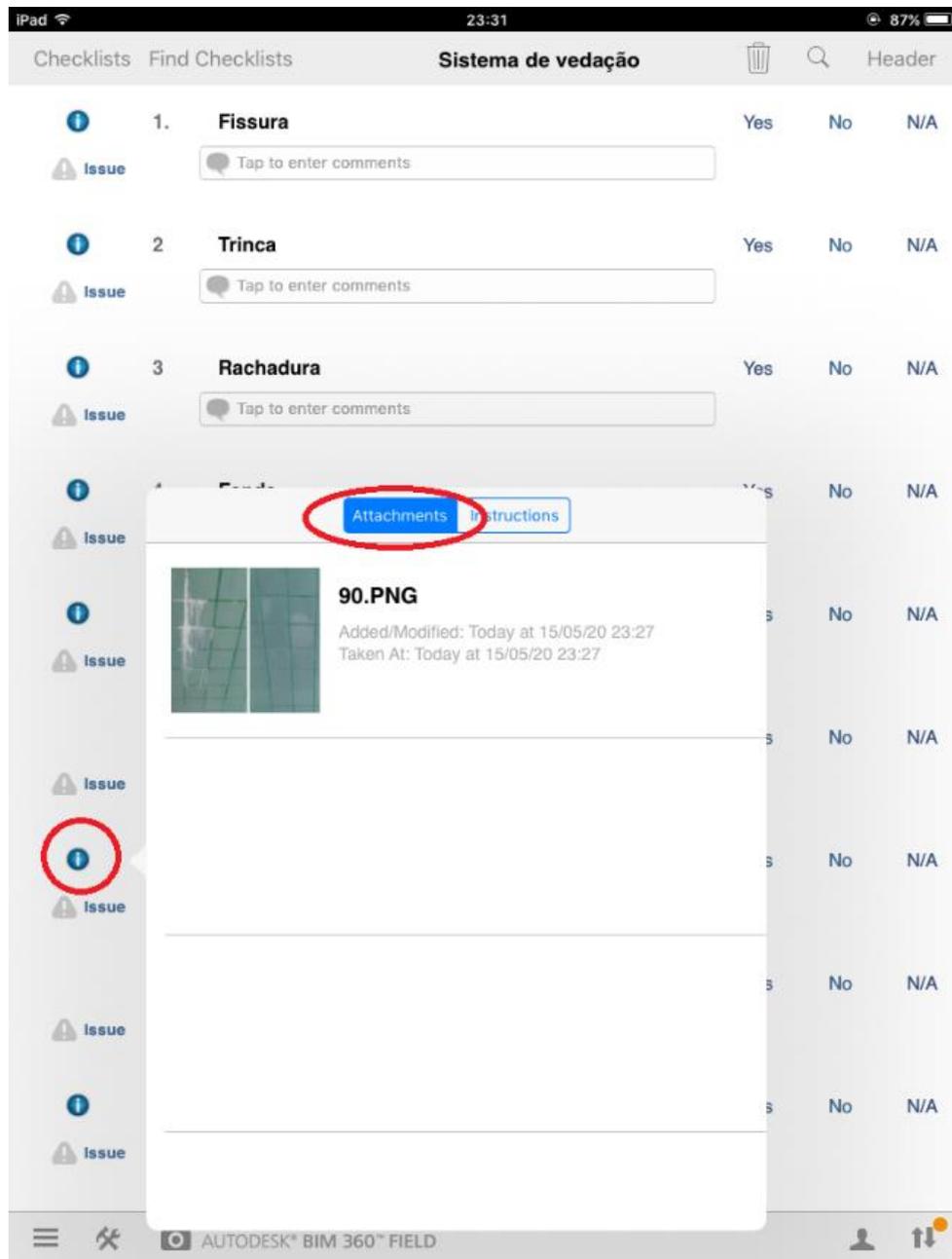
Figura 18 – Informações sobre a patologia.



Fonte: Autora (2020).

A Figura 19 mostra fotos de como é caracterizada uma eflorescência.

Figura 19 – Ilustração da patologia eflorescência.



Fonte: Autora (2020).

Com o final da inspeção predial, é necessário fazer a sincronização do BIM 360 Field mobile app com o BIM 360 Field Web para que todas as informações sejam analisadas no computador. Com isso, através da ferramenta *Reports*, pode ser gerado o relatório da inspeção predial de forma precisa e clara.

9 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

O presente trabalho demonstrou as vantagens do uso da ferramenta BIM nas inspeções prediais, etapa fundamental na gestão da manutenção de qualquer edificação. A comparação entre o método atualmente adotado no mercado e o uso da ferramenta BIM pode ser analisado a partir das vantagens e desvantagens do uso desta ferramenta nas inspeções prediais.

As vantagens no uso da ferramenta BIM nas inspeções prediais foram as seguintes:

- A utilização do *software* BIM 360 Field possibilitou uma melhor gestão durante a inspeção predial, fazendo com que os dados coletados fossem armazenados na nuvem;
- A utilização da função *Library* (biblioteca) do BIM 360 Field auxiliou no preenchimento dos dados da inspeção predial, permitindo a busca de informações sobre os tipos de anomalias durante a fase de inspeção;
- O resultado da inspeção foi de fácil entendimento para o leigo, pois esses documentos continham o modelo 3D da edificação analisada;
- O modelo tridimensional no BIM 360 Field mobile app no iPad permitiu maior reconhecimento do ambiente durante a inspeção;
- Os resultados gerados durante a aplicação BIM 360 Field possibilitaram uma redução de trabalho para a equipe de inspeção predial devido a facilidade de sincronização das informações do BIM 360 Field mobile app com o BIM 360 Field Web, o que gerou um relatório através da função *Reports*.

As desvantagens atuais no uso da ferramenta BIM são as seguintes:

- Os *softwares* BIM possuem um alto custo, evidenciando que essa metodologia não é de fácil acesso aos pequenos escritórios e principalmente aos recém-formados, além de ser necessário renovar todo ano a licença desses programas;
- Os computadores que irão receber o software da plataforma BIM precisam ter um ótimo processador, tornando-se a aquisição de maquinário de elevado valor. Além disso, o BIM 360 Field mobile app precisa de iPad para coletar os resultados da inspeção;
- Para a aplicação do método de Santos (2017) é imprescindível que haja treinamento tanto na modelagem dos projetos arquitetônicos e complementares no *software* Revit como também nos softwares BIM 360 Glue e Field, ou seja, mão de obra especializada;

- Uma outra limitação que se destaca referente a modelagem tridimensional é que quando há ausência de projetos em uma determinada edificação, torna-se necessário a medição de cada elemento construtivo da edificação inspecionada.

Diante de tudo que foi exposto, pôde-se observar que é perfeitamente vantajoso e muito interessante a aplicação dessa ferramenta nesse nicho de mercado profissional.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462:** Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1990.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747:** Inspeção Predial - Diretrizes, Conceitos, Terminologias e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2020.
- CAETANO, Inês; LEITÃO, António. **Integrating a BIM Algorithmic Approach into a Traditional Architecture Studio.** In: Journal of Computational Design and Engineering, 10., 2018.
- EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM:** Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FARONI, Marianne Cortes Cavalcante. **BIM nos processos de Gestão de Facilidades em uma universidade:** estudo de caso e diretrizes preliminares. 2017. 216 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.
- GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira; GULLO, Marco Antonio. **Engenharia diagnóstica em edificações.** São Paulo: Pini, 2009.
- HERR, Christiane; FISCHER, Thomas. **BIM Adoption across the Chinese AEC Industries:** An Extended Model of BIM Adoption. In: Journal of Computational Design and Engineering. 6. p 173-178. 2019.
- IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional.** 2009.
- IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional.** 2012.
- IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional.** 2020.
- KAPOGIANNIS, Georgios; GATERELL, Mark; OULASOGLU, Eleni. **Identify in uncertainties to ward sustainable projects.** In: International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, 9., 2015.
- MARCEL, R. **Introdução, Histórico e Softwares BIM.** Maio 2017. Disponível em: <<http://www.ignisengenharia.com.br/index.php/it/pages/item/43-a-importancia-do-bim-na-industria-da-construcao-civil>>. Acesso em: 18.10.2019.
- PÄRN, Erika. Anneli; EDWARDS, David; SING, Michael. **The Building Information Modelling trajectory in facilities management:** A review. In: Automation In Construction, 10. 2016.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. **Desempenho, Durabilidade e Vida Útil das Edificações: Abordagem Geral**. 2013. Disponível em: <<http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/sistema/index.php/revista/article/view/14>>. Acesso em: 24/02/2020.

PUJADAS, F. Z. A. Inspeção Predial – Ferramenta de Avaliação da Manutenção. In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliação e Perícias. Salvador, BA, 2007.

RODAS, Inês Aidé Ribeiro de Freitas. **Aplicação da Metodologia BIM na Gestão de Edifícios**. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

SANTOS, Karine de Paula Bastos. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM. Enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção**. 2017. 188 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.

SILVA, Wladson Livramento. **Inspeção predial: diretrizes, roteiro e modelo de laudo para inspeções em edificações residenciais da cidade do Rio de Janeiro**. 2016. 138 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola Politécnica. Rio de Janeiro.

SOARES, Joel Duarte Rodrigues Teixeira. **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto.

SOUSA, Adriana Luísa Rodrigues. **Aplicação da Metodologia BIM-FM a um caso prático**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto.

TELES, Roberta Pinto. **Sistema de alocação de espaços para a FAUFBA: uma aplicação de Facilities Management**. 2016. 250 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia. Salvador.

TRÊS pessoas são indiciadas pelo desabamento do edifício Andrea em Fortaleza. **Governo do Estado do Ceará**. 30 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2020/01/30/tres-pessoas-sao-indiciadas-pelo-desabamento-do-edificio-andrea-em-fortaleza>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

APÊNDICE A – FORMULÁRIOS (ISSUES) CADASTRADOS NA INSPEÇÃO PREDIAL

TCC Amanda		Issue Details ID 000028	
Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE	Status	Open
Type	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Due Date	15 May 2020 12:00 AM
Author	Amanda Costa (amandasgc@hotmail.com)	Author's Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
Date Created	14 May 2020 4:32 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description			
Fissuras: Recomenda-se que seja feito o monitoramento da fissura para verificar se está ativa.			
Location	<Top level>		
Location Detail	Jardim - próximo a academia		

Attached Images for ID 000028



2020-04-17 14:59:52

2020-04-17 14:59:47

TCC Amanda		Issue Details ID 000029	
Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE	Status	Open
Type	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Due Date	15 May 2020 12:00 AM
Author	Amanda Costa (amandasgc@hotmail.com)	Author's Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
Date Created	14 May 2020 5:33 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Mancha de sujidade: caso surjam novas manifestações patológicas, recomenda-se retirado o reboco para verificar se há corrosão na armadura.			
Location	<Top level>		
Location Detail	Parede cascata da piscina		

Attached Images for ID 000029



2020-05-13 20:19:09

2020-05-13 20:18:46

TCC Amanda		Issue Details ID 000030	
Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE	Status	Open
Type	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Due Date	15 May 2020 12:00 AM
Author	Amanda Costa (amandasgc@hotmail.com)	Author's Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
Date Created	14 May 2020 5:38 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Eflorescência: causas prováveis a umidade constante, sais solúveis presentes na alvenaria. Para o reparo faz-se necessário a eliminação da infiltração.			
Location	<Top level>		
Location Detail	Parede da caixa d' água - próximo a piscina		

Attached Images for ID 000030



2020-05-13 20:18:32



2020-05-13 20:16:39

TCC Amanda		Issue Details ID 000031	
Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE	Status	Open
Type	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Due Date	15 May 2020 12:00 AM
Author	Amanda Costa (amandasgc@hotmail.com)	Author's Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
Date Created	14 May 2020 5:43 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas na manutenção
Description Parede apresenta o revestimento do reboco "fofo". Recomenda-se que seja retirado o reboco para verificar se há corrosão na armadura.			
Location	<Top level>		
Location Detail	Sala de jogos - proximo a piscina		

Attached Images for ID 000031



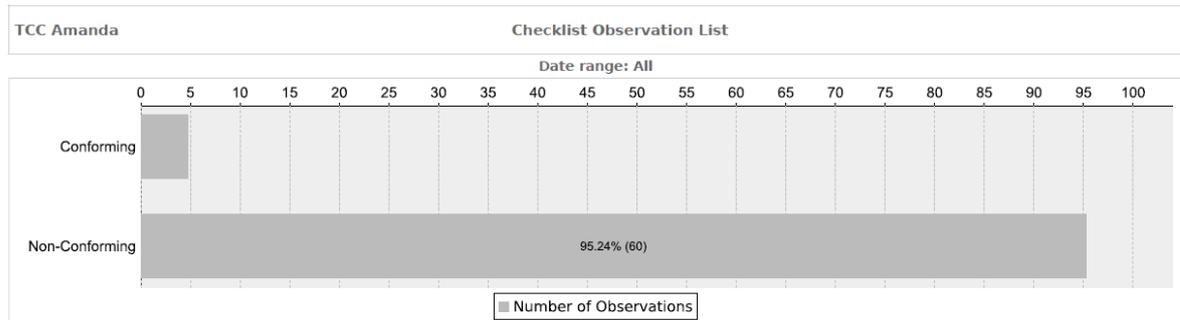
2020-05-13 20:18:11

TCC Amanda		Issue Details ID 000032	
Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE	Status	Open
Type	Diagnóstico e Análise de Manifestações Patológicas	Due Date	15 May 2020 12:00 AM
Author	Amanda Costa (amandasgc@hotmail.com)	Author's Company	INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
Date Created	14 May 2020 5:47 PM	Root Cause	Análise das Causas - Falhas de execução/
Description Fissuras: recomendável que seja executado uma junta de dilatação térmica.			
Location	<Top level>		
Location Detail	Pergolado - próximo do salão de festas		

Attached Images for ID 000032



APÊNDICE B – RELATÓRIO (*REPORTS*) DOS CHECKLISTS PREENCHIDOS DA INSPEÇÃO PREDIAL



Response totals across included checklists: 3 Conforming 60 Non-Conforming

Checklists total: 63

#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
25 May 2020 4:32 PM Checklist: Sistema de vedação Author: Amanda Costa						
1.	Fissura	<Top level>	No	N	NO	
2	Trinca	<Top level>	No	N	NO	
3	Rachadura	<Top level>	No	N	NO	
4	Fenda	<Top level>	No	N	NO	
5	Irregularidade geométrica, fora de prumo/nível	<Top level>	No	N	NO	
6	Infiltrações	<Top level>	Yes	Y	NO	Parede da sala de jogos
7	Eflorescências	<Top level>	Yes	Y	NO	Parede caixa d' água
8	Manchas de sujidade	<Top level>	Yes	Y	NO	Parede da cascata da piscina
9	Outras	<Top level>	No	N	NO	
25 May 2020 4:32 PM Checklist: Teto Author: Amanda Costa						
1.	Fissuras	<Top level>	No	N	NO	
2	Eflorescências	<Top level>	No	N	NO	
3	Descolamentos	<Top level>	No	N	NO	
4	Deformações	<Top level>	No	N	NO	

TCC Amanda		Checklist Observation List				
Date range: All						
#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
		Checklist: Teto				Author: Amanda Costa
5	Manchas de sujidade	<Top level>	No	N	NO	
6	Outros	<Top level>	No	N	NO	
7	Eflorescia	<Top level>	No	N	NO	
25 May 2020 4:31 PM		Checklist: Sistemas da Cobertura				Author: Amanda Costa
1	Irregularidades Geométricas e deformações excessivas	<Top level>	No	N	NO	
2	Falha nos elementos de fixação	<Top level>	No	N	NO	
3	Desagregação de elementos, partes soltas, partes quebradas, trincas.	<Top level>	No	N	NO	
4	Eflorescência	<Top level>	No	N	NO	
5	Desenvolvimento de organismos biológicos.	<Top level>	No	N	NO	
6	Degradação do material, apodrecimento.	<Top level>	No	N	NO	
7	Perda de estanqueidade, porosidade excessiva.	<Top level>	No	N	NO	
8	Manchamento, sujidades	<Top level>	No	N	NO	
9	Ataques de pragas biológicas.	<Top level>	No	N	NO	
10	Ineficiência nas emendas	<Top level>	No	N	NO	
11	Infiltrações	<Top level>	No	N	NO	
12	Subdimensionamento	<Top level>	No	N	NO	
13	Obstrução por sujidades	<Top level>	No	N	NO	
14	Escorregamento de telhas pela ação do vento	<Top level>	No	N	NO	
15	Corrosão de parafusos de fixação das telhas	<Top level>	No	N	NO	
16	Oxidação de rufos e de calhas.	<Top level>	No	N	NO	
17	Outros	<Top level>	No	N	NO	
25 May 2020 4:31 PM		Checklist: Sistema estrutural				Author: Amanda Costa
1	Fissura	<Top level>	No	N	NO	

TCC Amanda		Checklist Observation List				
Date range: All						
#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
		Checklist: Sistema estrutural				Author: Amanda Costa
2	Trinca	<Top level>	No	N	NO	
3	Rachadura	<Top level>	No	N	NO	
5	Irregularidade geométrica, falhas de concretagem	<Top level>	No	N	NO	
4	Fenda	<Top level>	No	N	NO	
6	Manchas de ferrugem na superfície.	<Top level>	No	N	NO	
7	Armadura Exposta. Expansão da armadura.	<Top level>	No	N	NO	
8	Deformações	<Top level>	No	N	NO	
9	Deterioração de materiais, deslocamento, desagregação.	<Top level>	No	N	NO	
10	Eflorescência	<Top level>	No	N	NO	
11	Desenvolvimento de organismos biológicos.	<Top level>	No	N	NO	
12	Segregação do concreto.	<Top level>	No	N	NO	
13	Infiltração	<Top level>	No	N	NO	
14	Outras	<Top level>	No	N	NO	
25 May 2020 4:31 PM		Checklist: Quadra de Esporte				Author: Amanda Costa
1.	Deterioração de grades	<Top level>	No	N	YES	
2	Deterioração no alambrado	<Top level>	No	N	YES	
3	Desgaste do piso e pintura	<Top level>	No	N	YES	
4	Outros	<Top level>	No	N	YES	
25 May 2020 4:31 PM		Checklist: Pisos				Author: Amanda Costa
1.	Manchas de umidade.	<Top level>	No	N	NO	
2	Descolamento	<Top level>	No	N	NO	
3	Fissuração de azulejos	<Top level>	No	N	NO	
4	Superfície irregular	<Top level>	No	N	NO	

TCC Amanda		Checklist Observation List				
Date range: All						
#	Observation	Location	Response	Conforms	Issue Created?	Comments
		Checklist: Pisos				Author: Amanda Costa
5	Deterioração mecânica - risco, desgaste	<Top level>	No	N	NO	
6	Inadequação do piso para o tipo de uso	<Top level>	No	N	NO	
7	Outros	<Top level>	No	N	NO	
25 May 2020 4:31 PM		Checklist: Piscina				Author: Amanda Costa
1.	Trinca na estrutura e revestimento	<Top level>	No	N	YES	
2	Descolamento de revestimento	<Top level>	No	N	YES	
3	Vazamentos	<Top level>	No	N	YES	
4	Grades ao redor da piscina corroidas ou danificadas	<Top level>	No	N	YES	
5	Outros	<Top level>	No	N	YES	