

BIM na web: construção de uma plataforma participativa

Resumo

Este artigo propõe uma discussão sobre os diversos procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa “Colaboração comunitária em obras públicas através do uso da Modelagem de Informação da Edificação [BIM]”, concentrando-se sobre a construção de uma plataforma de colaboração entre atores técnicos e não técnicos em uma plataforma web. O caminho que levou à esta plataforma foi construído a partir de uma conjunção de sucessivos procedimentos que levaram a uma revisão dos caminhos da pesquisa e dos próprios procedimentos iniciais. Também determinante neste processo foi a construção de experimentos diversos que contribuíram na abordagem de diversos aspectos da pesquisa, com ênfase no uso de códigos e na compreensão das minúcias da construção da plataforma. O texto inicia com uma contextualização e recapitulação sobre o andamento da pesquisa até o momento, e concentra em discutir os resultados dos diversos procedimentos metodológicos que envolvem a construção da plataforma. Por fim, realiza uma avaliação geral e indica os caminhos futuros da pesquisa.

Palavras-chave: BIM, Participação, Programação

Introdução

A pesquisa de Doutorado em desenvolvimento, intitulada “Colaboração comunitária em obras públicas através do uso da Modelagem de Informação da Edificação [BIM]” tem como principal hipótese a possibilidade de uso do BIM como *locus* de participação entre atores técnicos e não técnicos, em acréscimo e complemento às políticas públicas existentes de participação. Tal hipótese demanda uma abordagem inter e multidisciplinar, envolvendo questões amplas e de campos diversos, como aspectos sociais, legais, organizacionais, técnicos e tecnológicos. Durante o desenvolvimento da tese estes aspectos são abordados de maneira integrada, e não como campos estanques; neste aspecto, é desafiador a definição de uma metodologia de estudo do tema de maneira abrangente, essencial para a compreensão do assunto. Por estas características, não é possível contemplar a pesquisa através de uma metodologia única, mas sim através de procedimentos metodológicos diversos, que articulam-se entre si e adequam-se às diferentes instâncias do tema.

Dentre os diversos procedimentos adotados destaca-se o uso de experimentos para verificação e retroalimentação da hipótese e dos demais procedimentos metodológicos - inclusive o do próprio experimento. No contexto do Nomads.usp,

adota-se a ideia de *práxis* para englobar este conjunto de procedimentos de caráter prático e experimental que contribuem para a revisão não somente do aspecto estudado mas também da própria prática.

Neste contexto, buscou-se desenvolver experimentos e ações práticas que pudessem abarcar a questão colocada pela pesquisa. Há um grande histórico de experiências em projetos participativos e colaborativos, com maior ou menor grau de sucesso e participação, mensurados através de métricas amplas. Desde as práticas de Lucien Kroll e Christopher Alexander nos anos 1960 e 1970, com diferentes abordagens sobre o envolvimento da comunidade e mapeamento do comportamento humano até as iniciativas participativas mais recentes, envolvendo marcos legais participativos (audiências públicas, programa de orçamento participativo) até iniciativas auto organizadas (mutirões, coletivos de moradia etc.).

O alcance destas práticas é um importante ponto de discussão. Se a necessidade da presença física e de um envolvimento mais próximo dos participantes pode levar à restrição da amplitude da iniciativa, por outro lado formas mais amplas de participação, como com o uso de sistemas de votação amplas e assembleias com grande alcance podem levar à uma superficialidade no trato dos temas, ou ainda, configurar a ação da comunidade como simples chancela de decisões previamente tomadas, sem participação efetiva.

Neste aspecto, o advento e popularização dos meios digitais pode se configurar como um caminho adequado para abordar estes dois aspectos mutuamente opostos. A crescente ubiquidade dos meios digitais (LÉVY, 1999) é capaz de ampliar o alcance ao passo que a sua disponibilidade independente de um espaço ou reunião física permite um maior aprofundamento nos diferentes aspectos da discussão. Neste contexto, a pesquisa debruçou-se sobre o potencial do BIM na ampliação da própria equipe de trabalho envolvida no desenvolvimento de uma obra pública.

O BIM, como plataforma eminentemente digital e colaborativa (EASTMAN, 2008), capaz de formar redes de atores (LINDEROTH, 2010) e que possui uma centralização no gerenciamento das informações deslocada independente dos atores que a compõe possui potencial para permitir o fluxo de informações de forma adequada a esta rede ampliada de atores, de forma que todos tenham acesso à informação relevante para que possam efetivamente participar da discussão de maneira informada.

Este potencial, entretanto, não se verifica automaticamente com acesso ao processo de desenvolvimento de uma obra pública. Edificações são objetos de alta complexidade, que tradicionalmente demandam conhecimentos específicos sobre suas características, e que exigem treinamento na leitura e manipulação destas

informações, seja através do uso de representações bidimensionais, seja através da manipulação do modelo tridimensional e de grande riqueza semântica do BIM.

Com efeito, esta última característica do BIM em relação aos métodos tradicionais de desenvolvimento de projeto é essencial para que se observe a possibilidade da transmissão efetiva da informação entre atores técnicos e não técnicos: Ela estabelece uma das bases necessária ao estabelecimento de uma conversação efetiva entre os atores (PASK 1976).

A Teoria da Conversação, elaborada por Gordon Pask durante os anos 1960, define os requisitos para a existência de uma efetiva transmissão de informação. Dentre estes requisitos, estão a existência de um acordo prévio entre os envolvidos, da existência de uma linguagem comum de grande riqueza semântica (que não necessita ser verbal) e da possibilidade de ciclos de transmissão de informação, processamento e retroalimentação ao emissor, em ciclos sucessivos (chamados de momentos por Pask), até o alcance dos entendimentos, que representam as instâncias de transmissão efetiva da informação (fig.1).

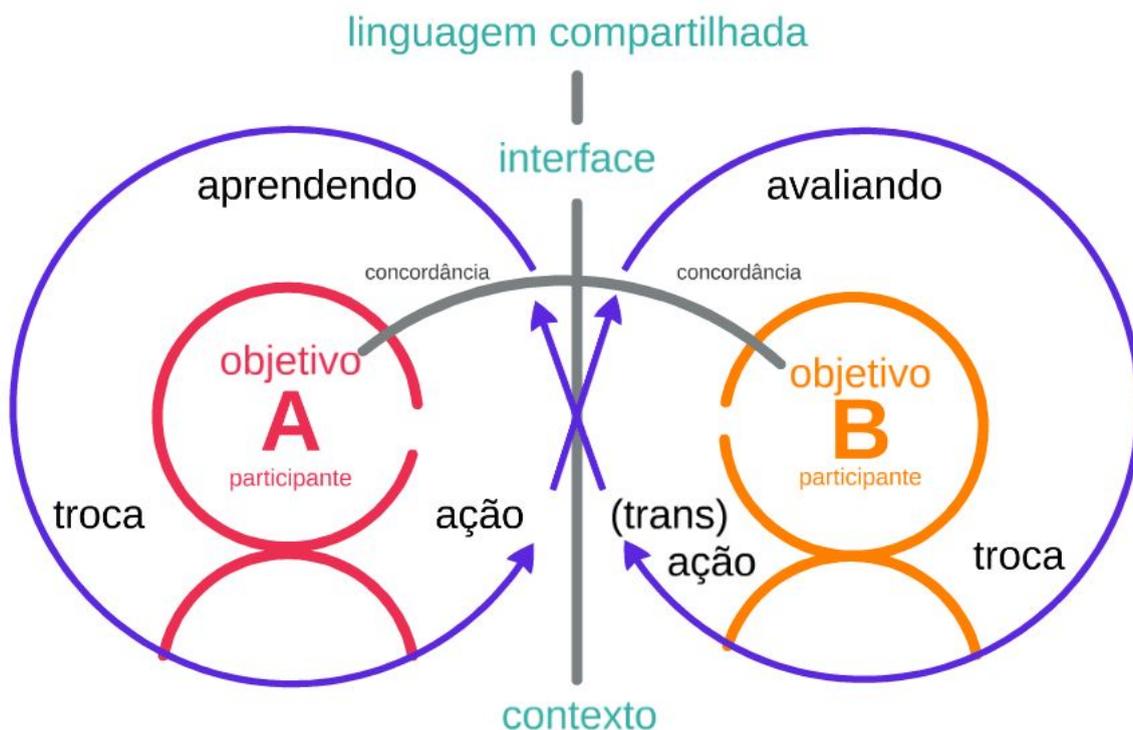


Fig.1: Ciclos de transmissão, avaliação e entendimento da informação. Fonte: o autor sobre original de Pask (1976).

Conferir um efetivo entendimento sobre o projeto e o desenvolvimento de uma obra pública aos atores não técnicos é essencial, portanto, para que possa ocorrer uma efetiva participação destes no processo. Não se pode ou se deve esperar que estes atores tenham conhecimento da linguagem da documentação técnica comumente

utilizada no processo de planejamento e construção de uma edificação, nem que estes sejam treinados nas ferramentas específicas para manipulação dos modelos BIM, que possuem alta complexidade mesmo para os atores técnicos. Entretanto, ao mesmo tempo, uma das grandes questões colocadas pela pesquisa é que em um eventual processo de interpretação ou simplificação destas informações perde-se uma das essências do BIM: a existência de um modelo central e único, que reúne e gerencia as informações (PITA, TRAMONTANO, 2019). Esta eventual manipulação das informações implica na disponibilização de um ponto de vista específico, o que já ocorre hoje nas audiências públicas e na divulgação por parte do poder público. Torna-se muito mais um material de propaganda do que uma efetiva informação à população. Esta possibilidade de manipulação vai contra a transparência esperada em um contexto público, abrindo oportunidade para manipulação da opinião pública e para a corrupção (ROSE-ACKERMAN, 2004).

Procedimento metodológico: Reconhecimento dos aplicativos existentes, protótipos iniciais e definição de requisitos

Neste contexto, o uso de uma plataforma que disponibilizasse o acesso à informação contida no modelo BIM central e ao mesmo tempo possuísse amplo alcance e simples usabilidade foi definida como essencial para que se pudesse verificar as questões originalmente colocadas. Para se alcançar estas definições de requisitos, foi necessário o reconhecimento do panorama existente de aplicativos com estas características e de construção de protótipos a partir destes para definição dos requisitos para a futura construção da plataforma em si.

Essa etapa foi desenvolvida conjuntamente com a aluna de iniciação científica Dayanna de Mello Sousa, sob orientação do prof. Assoc. Dr. Marcelo Tramontano e apoio da FAPESP. Apesar desta fase configurar um procedimento metodológico em si, esta demanda uma outra sequência de procedimentos para ser alcançada. Estes procedimentos incluíram a **consulta a fontes secundárias e revisão bibliográfica, a sistematização de experiências, consulta a fontes primárias, desenvolvimento do ambiente de testes, avaliações e publicização dos resultados** (SOUSA, 2019).

Durante o desenvolvimento da pesquisa, aplicativos diversos foram categorizados e avaliados, concluindo-se que não havia naquele momento plataforma adequada que pudesse ser utilizada sem adaptações, definiu-se através da elaboração de protótipos as diferentes possibilidades e obstáculos existentes. A partir desta investigação, definiu-se que esta plataforma deveria:

- Permitir acesso ao modelo central de forma independente a todos os atores, independentemente de *software* específico ou de local de acesso;

- Possua capacidade de extrair a informação geométrica e os metadados do modelo central sob demanda, de forma a informar os usuários sobre os aspectos da edificação;
- Permita que os usuários interajam entre si, de forma a estimular a troca de informações e a emissão de opiniões. Os usuários devem ser acessíveis na plataforma independentemente de sua posição na cadeia produtiva, devem poder interagir em condições de igualdade entre os demais;
- Possua, ao mesmo tempo, mecanismos de preservação das atribuições próprias dos diferentes indivíduos que participam da discussão;
- Permita o registro destas interações de forma pública e permanente, de forma a constituir-se em um registro de cunho oficial que possa ser registrado, à semelhança de uma ata de reunião pública;
- Possua mecanismos de minimização de manipulação das discussões ou de vandalismo virtual.

O **desenvolvimento do ambiente de testes** foi fundamental na definição destes requisitos. Compreender os meandros deste desenvolvimento retroalimenta a compreensão das próprias necessidades e conclusões iniciais. Este processo configurou-se em um procedimento metodológico amplo e contínuo, que em suas diversas interações permitiram a construção de conhecimento e a revisão de concepções.

Procedimento metodológico: A construção de uma plataforma

A partir dos requisitos definidos, ficou clara a necessidade de criação uma plataforma de base *web*, eliminando a necessidade de instalação de *software* específico para acesso. Isto poderia ser alcançado através da construção de *website* dedicado e de acesso aberto.

Outra conclusão foi a necessidade de sistema de interação baseado em mensagens, a exemplo de outras plataformas participativas como o Decide.Madrid ou o Asumap, que serviram como ponto de partida para a interação.

A necessidade de acesso ao modelo a partir da web e de maneira centralizada definiu o uso do formato IFC como preferencial, e a necessidade de um gerenciador específico para estes arquivos. Não é factível distribuir o arquivo IFC para processamento nas máquinas clientes, pois o tamanho destes inviabilizaria o acesso, com informações não relevantes à discussão. Esta questão levou à reflexão sobre a disponibilização da informação e sobre sua mediação, que será discutida mais adiante.

Por fim, tendo em vista o contexto em que a pesquisa está sendo desenvolvida, é de fundamental importância o uso de código de fonte e distribuição livre, de forma a poder licenciar futuros desenvolvimentos sob licenças de código aberto.

Tendo em vista estes requisitos, foram desenhados os fluxogramas e esquemas de funcionamento da plataforma (figs. 2, 3 e 4).

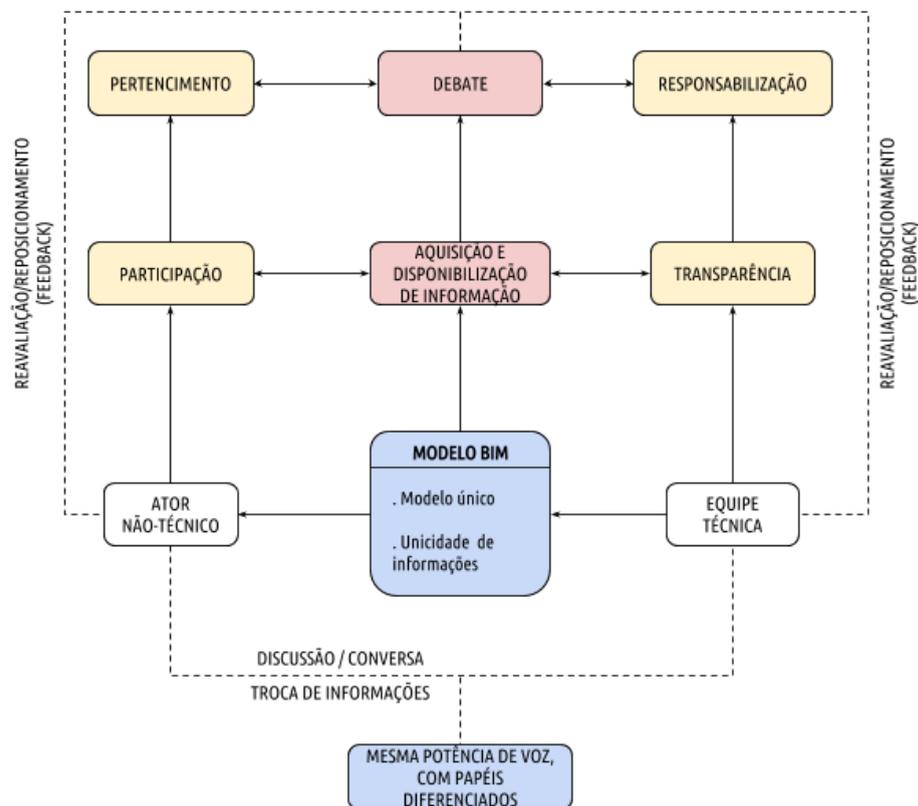


Fig.2: Estrutura conceitual da plataforma. Fonte: SOUSA, 2019, com contribuição do autor.

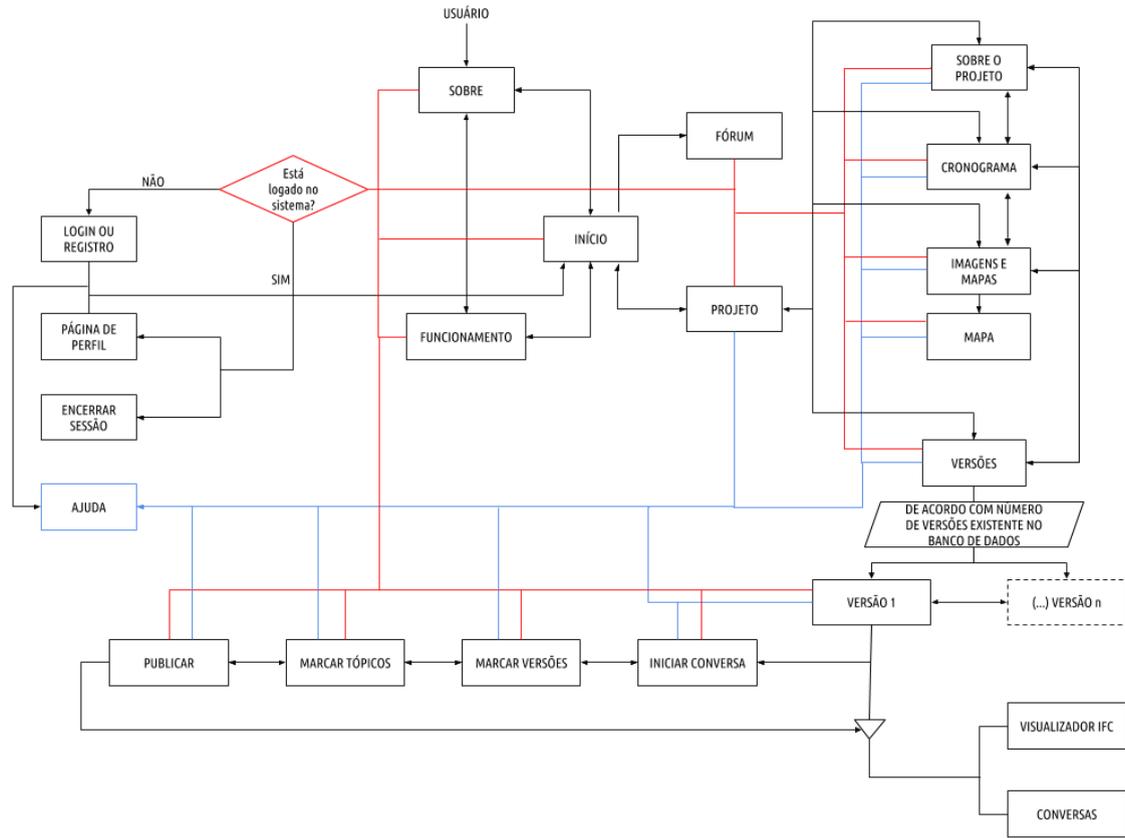


Fig.3: Fluxograma do funcionamento da plataforma. Fonte: SOUSA, 2019, com contribuição do autor.

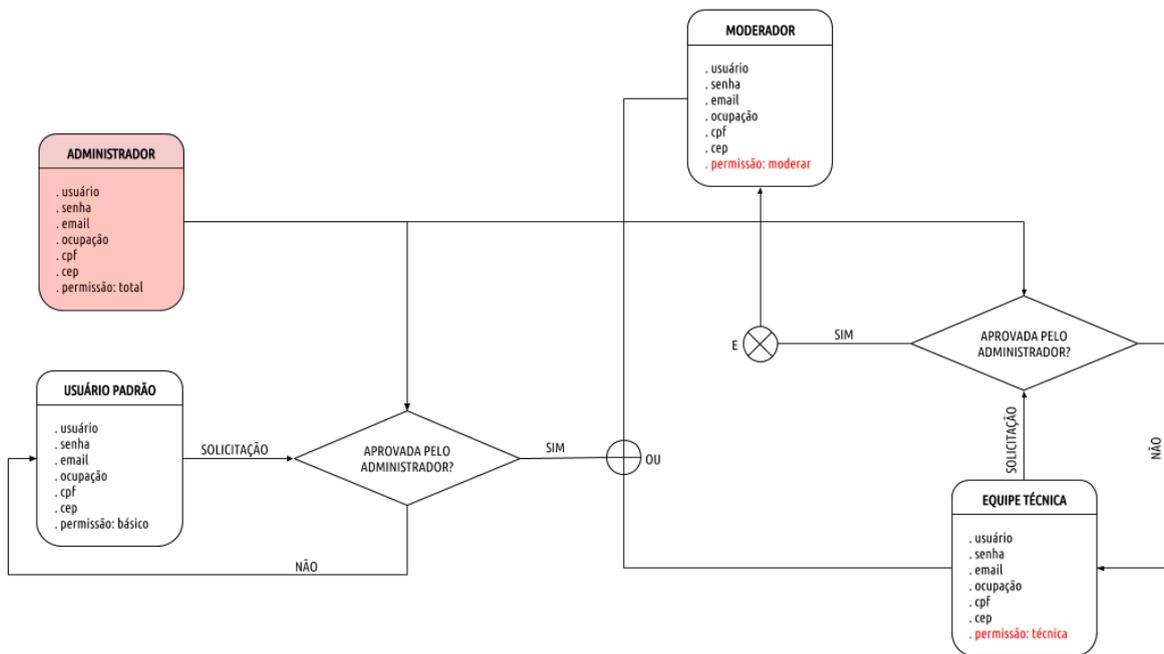


Fig.4: Permissões e papéis de usuários. Fonte: SOUSA, 2019, com contribuição do autor.

As primeiras versões dos protótipos foram desenvolvidos a partir de através de adaptação do tema *Localln*. Esta plataforma foi escolhida pois além de possuir seu código disponível de forma aberta em repositórios no GitHub, sua base utilizando o CMS (*Content Management System*) *Wordpress* permitiria uma fácil manipulação, expansão de suas capacidades através de *plugins* e futura disponibilização livre. Do ponto da experiência do usuário, o tema também possuía linguagem limpa e clara, com concentração nas informações necessárias (fig.5).

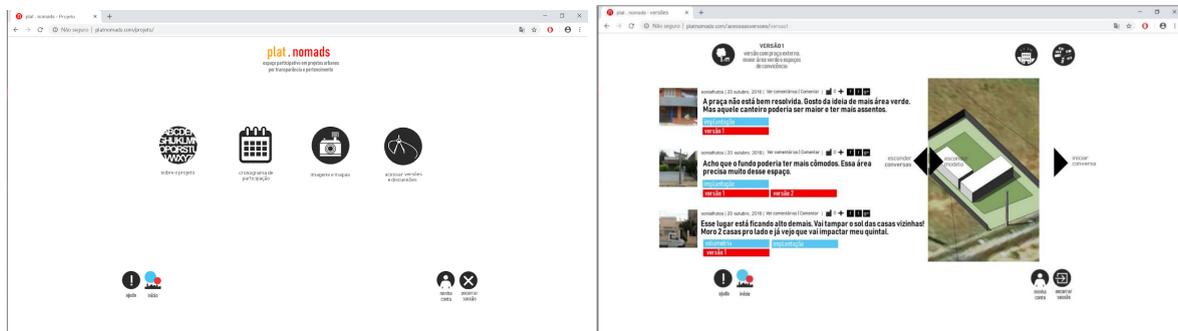


Fig.5: Estudos de layout da plataforma baseados no tema *Localln*. Fonte: SOUSA, 2019, com contribuição do autor.

Paralelamente a isto, iniciou-se a configuração de servidor dedicado ao gerenciamento dos modelos IFC. Mais uma vez, o levantamento e testes realizado foi essencial, pois demonstrou a existência de *software open-source* com este fim. Dentre as opções disponíveis, optou-se pelo *BIM Server*, aplicativo escrito em Java, de código aberto e em franco desenvolvimento. O *BIM Server* permite, através de interface gráfica amigável, a criação de novos repositórios para projetos e suas versões, contemplando o papel dos técnicos. Também disponibiliza uma API (*Application Programming Interface*) *Javascript* poderosa, capaz de disponibilizar acesso a toda a informação contida no modelo no próprio servidor. Mais ainda, adere estritamente às especificações IFC, permitindo compatibilidade com virtualmente todos os aplicativos BIM utilizados pela equipe técnica. Por fim, a mesma equipe de desenvolvedores desenvolve o projeto de um visualizador de arquivos IFC em navegadores tomando partido da API *Javascript* do *Bim Server*, o *BIM Surfer*, também analisado e posteriormente adotado para desenvolvimento.

O uso e adaptação do tema *Localln* encontrou limitações e dificuldades técnicas. Observou-se que a facilidade de configuração e customização de temas no *Wordpress* ocorre ao custo de um menor controle e limitações na ampliação da usabilidade. Para que pudesse se integrar as capacidades de visualização do *Bim Surfer* com o *Localln* seria necessário expandir as capacidades nativas do *Wordpress*, com o desenvolvimento de um plugin dedicado. Este desenvolvimento demandaria um estudo e compreensão da própria estrutura de funcionamento do *Wordpress*, com resultados incertos. Neste momento, o conhecimento técnico da

equipe envolvida não era suficiente para se estruturar um plano de ação com prazos e metas claras.

Verificou-se, portanto, a necessidade de compreensão mais a fundo de princípios de programação, em especial Javascript para efetiva construção dos protótipos necessários. Sem isso, a metodologia adotada seria prejudicada, pois o grau de comprometimento das características desejadas que o Wordpress exigiria iriam efetivamente desfigurar a proposta, não permitindo que se pudesse obter dados confiáveis a partir da plataforma possível de ser desenvolvida. Optou-se, neste momento, pelo desenvolvimento da plataforma utilizando-se as linguagem que constituem-se no próprio fundamento do funcionamento da web: HTML (Hypertext Markup Language), php (Hypertext Preprocessor), Javascript e o uso de banco de dados em SQL (Structured Query Language). Esta aproximação permitiu um maior conhecimento do funcionamento interno da plataforma e posterior compreensão de suas limitações, potencialidades e um planejamento dos caminhos a serem percorridos.

Do ponto de vista metodológico, este contato com as complexidades e minúcias do processo de produção efetiva da plataforma permitem uma compreensão clara das reais dificuldades e dos caminhos a serem percorridos, cimentando um discurso baseado em propriedade de conhecimento.

Entendimento e Desenvolvimento do Código

Outra questão relevante é que o desenvolvimento deste tipo de trabalho demanda uma equipe multidisciplinar, as vezes separada por uma dimensão física. Neste aspecto, as ferramentas de desenvolvimento de código e um claro método de comunicação são imprescindíveis. Para o desenvolvimento de um bom código é necessário escrevê-lo de forma clara e direta. O uso de comentários, divisões de pastas por arquivo e arquivo por linguagens é algo essencial para um código limpo. Os comentários são uma parte do código em que é guardado informações básicas sobre o que uma parte da aplicação faz. Há não somente a necessidade de quem escreveu registrar o que foi feito, mas também do entendimento do código por parte de pessoas que não participaram do desenvolvimento. Um código limpo ajuda na correção de bugs, prototipagem e implementação de novas funcionalidades, visando assim ser mais eficiente na produção.

O uso de repositórios externos como o GitHub e a configuração de ambientes de desenvolvimento locais também são essenciais para uma manutenção do versionamento correto do código.

Operação e testes

Procedimento importante foi o da sistematização e aplicação de testes baseados na plataforma. A observação participante e a posterior leitura de dados qualitativos e

quantitativos permitiu uma revisão da proposta inicial, bem como uma efetiva avaliação do desempenho e dificuldades técnicas da plataforma. Além disso, diferentes aspectos da pesquisa foram contemplados nestes testes, como a questão do engajamento da população, papel do poder público e limitações no alcance da plataforma.

Os testes da plataforma foram iniciados com uma navegação assistida e observada com alguns funcionários do próprio IAU. O objetivo destes testes era verificar como não-técnicos da área de arquitetura ou construção iriam interagir com a plataforma, e compreender as dificuldades enfrentadas em um universo variado de profissões e idades. Neste momento também foi avaliado a capacidade dos diferentes equipamentos em acessar e processar o conteúdo da plataforma.

O acompanhamento dos pesquisadores no uso da plataforma permitiu que se observasse o comportamento dos usuários: momentos de confusão com os passos esperados; interpretações dos textos explicativos; reação à plataforma em si; questionamentos gerais e questões técnicas. As respostas foram sumarizadas e discutidas posteriormente com os pesquisadores envolvidos, derivando conclusões e ações a serem tomadas a posteriori. Essas informações somente poderia ser obtidas através destes procedimentos.

O segundo teste foi realizado em conjunto com o grupo Nó, da UFV (Universidade Federal de Viçosa). A plataforma foi utilizada durante ação realizada pelo grupo em uma comunidade local. A plataforma foi adaptada e operada à distância, procurando compreender como se comportaria nestas condições. Este experimento também contribuiu para a compreensão do funcionamento da plataforma em paralelo a outras instâncias de participação, como audiências públicas ou eventos.

O terceiro experimento utilizou a plataforma integrada à exposição “Peles Contemporâneas”. Observou-se a navegação e uso da plataforma de maneira autônoma, sem auxílio dos pesquisadores.

Por fim, o envolvimento no projeto de extensão de assessoria técnica à entidades do IFSP permitiu a compreensão da relação entre a diretoria de entidades de interesse público (análogas a um corpo governamental) e os demais usuários.

Diversos procedimentos metodológicos foram adotados durante este processo, como por exemplo a observação dos usuários, levantamento de dados quantitativos, categorização das respostas e conversa com os demais pesquisadores. Os dados quantitativos foram obtidos através da análise do Google Analytics, tornando-se possível avaliar o comportamento dos usuários. Todas as diferentes versões da plataforma possuem um identificador independente, tornando possível o rastreamento individual deste comportamento.

Por fim, as reflexões suscitadas por esse processo retroalimentam a própria pesquisa, redirecionando algumas abordagens e permitindo conclusões.

Conclusões

A prática e o envolvimento direto com a programação das plataformas tornou-se parte dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Este envolvimento tornou real a compreensão dos limites e possibilidades da plataforma em relação à pesquisa. Em outras palavras, as considerações obtidas através da revisão da literatura e da exploração de propostas semelhantes tomaram dimensões reais, onde novos saberes e relações foram sedimentadas e contribuíram para revisões das hipóteses e concepções iniciais, em um ciclo de retroalimentação. Como exemplo destas revisões, podemos citar a mudança do uso do BIM Surfer pelo Xeokit para a visualização, pois este apresenta melhor compatibilidade em uma maior gama de equipamentos, em detrimento do desempenho.

Um dos exemplos mais relevantes pode ser dado a partir da compreensão da própria estrutura do IFC, que configura-se na pesquisa não somente como um formato de troca de informações entre diferentes aplicativos, mas sim como a expressão do acesso universal à informação. A estrutura do IFC reflete o próprio pensamento da indústria e interfere diretamente na aproximação do objeto arquitetônico durante o desenvolvimento do projeto. Verificou-se que o IFC possui uma estrutura hierárquica bastante rígida e diversa, capaz de acomodar diversos elementos em um mesmo modelo estrutural. Esta compreensão deriva do fato que, para extração de informações do modelo foi necessária a interação sucessiva de uma mesma função, referenciando o identificador único do objeto mais amplo (fig. 6).

```

function obterOidIfcBuilding(){
    var IfcBuildingOid = sessionStorage.getItem('IfcBuildingOid');
    var IfcOidArea = sessionStorage.getItem('IfcOidArea');
    var IfcBuildingName = sessionStorage.getItem('IfcBuildingName');
    var IfcBuildingDescription = sessionStorage.getItem('IfcBuildingDescription');

    console.log (IfcBuildingOid);
    console.log (IfcOidArea);
    console.log (IfcBuildingName);
    console.log (IfcBuildingDescription);

    bimServerClient.init() => {
        // Login to the BIMServerClient
        bimServerClient.login(username, password, () => {
            //get Oid from Guid
            bimServerClient.call("LowLevelInterface", "getDataObjectByGuid", {roid: roid, guid: IfcBuildingGuid.id}, function(ifcBuildingData){
                //obtem o Oid do site e o salva em uma sessao local
                sessionStorage.setItem("IfcBuildingOid", IfcBuildingData.oid);
                console.log(IfcBuildingData.oid);

                //get Area from Oid

                bimServerClient.call("ServiceInterface", "getArea", {roid: roid, oid: IfcBuildingData.oid}, function(IfcBuildingData2){
                    //obtem o Oid do site e o salva em uma sessao local
                    sessionStorage.setItem("IfcOidArea", IfcBuildingData2);
                    console.log(IfcBuildingData2);
                    //closing Area
                });

                //get Name from Oid
                bimServerClient.call("LowLevelInterface", "getDataObjectByOid", {roid: roid, oid: IfcBuildingData.oid}, function(IfcBuildingData2){
                    //obtem o Oid do site e o salva em uma sessao local
                    //sessionStorage.setItem("IfcOidName", IfcBuildingData3);
                    console.log(IfcBuildingData2);
                    var n = "Name";
                    console.log(n);
                    // iterate over each element in the array
                    for (var i = 0; i < IfcBuildingData2.values.length; i++){
                        // look for the entry with a matching 'code' value
                        if (IfcBuildingData2.values[i].fieldName == n){
                            // we found it
                            // obj[i].name is the matched result
                            sessionStorage.setItem("IfcBuildingName", IfcBuildingData2.values[i].stringValue);
                            console.log (IfcBuildingData2.values[i].stringValue);
                        }
                    }
                    //closing Name
                });
            });

            //get Description from Oid
            bimServerClient.call("LowLevelInterface", "getDataObjectByOid", {roid: roid, oid: IfcBuildingData.oid}, function(IfcBuildingData2){
                //obtem o Oid do site e o salva em uma sessao local
                //sessionStorage.setItem("IfcOidName", IfcBuildingData3);
                console.log(IfcBuildingData2);
                var n = "Description";
                console.log(n);
                // iterate over each element in the array
                for (var i = 0; i < IfcBuildingData2.values.length; i++){
                    // look for the entry with a matching 'code' value
                    if (IfcBuildingData2.values[i].fieldName == n){
                        // we found it
                        // obj[i].name is the matched result
                        sessionStorage.setItem("IfcBuildingDescription", IfcBuildingData2.values[i].stringValue);
                        console.log (IfcBuildingData2.values[i].stringValue);
                    }
                }
                //closing Description
            });
        });
    });
}

```

Fig.6: Funções *LowLevelInterface* em cadeia para obtenção de dados de objetos.. Fonte: os autores.

Esta proximidade com o código permite uma flexibilidade grande na implementação de diferentes soluções adaptadas aos contextos diversos.

A pesquisa toma partido de diversos procedimentos metodológicos para obtenção e leitura dos dados. Dentre estes, o desenvolvimento da plataforma dá suporte a outros processos, que se alimentam e retroalimentam os procedimentos mais amplos.

Referências

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; AND LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, John Wiley and Sons, NY, 2008.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999. 264 p.

LINDEROTH, H. C. Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks. **Automation in Construction**, v. 19, n. 1, p. 66–72, 2010.

PASK, G. **Conversation Theory**. Applications in education and epistemology. Amsterdam: Elsevier, 1976.

PITA, J. V. C.; TRAMONTANO, M. Building Information Modeling for Participatory Decision-making Processes. In: 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference, 2019, Porto. **Architecture in the Age of the 4th Industrial Revolution** - Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference. Porto: Universidade do Porto, 2019. v. 1. p. 283-292.

ROSE-ACKERMAN, S., Governance and corruption, in B. Lomborg (ed.), **Global Crises, Global Solutions**. 2004, Cambridge University Press, Cambridge, p.301-344.

SOUSA, D. M.; **Ampliando Diálogos**: Requisitos para desenvolvimento de interfaces de participação popular em plataforma BIM. 2019. Iniciação Científica. (Graduando em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo USP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Orientador: Marcelo Claudio Tramontano.