



Família paramétrica para paredes de Steel Frame

Parametric family for Steel Frame walls

HOLANDA, Dackyson Kelwyn de Souza Lopes¹; SILVA, Jéssica Carolina Vieira da²; GUILLOU, Rafael Araújo³

dackysonholanda@gmail.com¹; jessicaifal@gmail.com²; Rafael.guillou@ifal.edu.com³

Graduado em Engenharia Civil, Departamento de ensino superior, IFAL¹

Graduado em Engenharia Civil, Departamento de ensino superior, IFAL²

Prof. Me. em Engenharia Civil, Departamento de ensino superior, IFAL³

Informações do Artigo

Palavras-chave:

*Gerenciamento de projetos
Construção metálica
Modelagem de informação
da construção*

Key words:

*Project management
Metal construction
Building Information
Modeling*

Resumo:

O surgimento do BIM proporciona um agrupamento de informações necessário para o desenvolvimento de uma construção. Dessa maneira, a utilização do REVIT para a confecção de projetos paramétricos facilita as alterações de elementos construtivos caso necessário. Esses elementos são utilizados em projetos de LSF para que possa ocorrer uma melhor compatibilização de projetos. Assim, surge a necessidade de criar uma família paramétrica que possa ser incorporada nos mais diversos softwares, para que ocorra o agrupamento e trocas de elementos caso necessário. Nesse sentido, a família de treliças estruturais métricas, pois há a presença de elementos que possuem similaridade com os presentes em estruturas de LSF, como a correlação de teias e montantes. Isso resulta em uma parede com configuração de treliça que pode ser utilizada para disposição de paredes a partir de uma altura de 3 m e o comprimento desejado. Com isso, ocorre a produção dos manuais de criação de família e a criação do manual de utilização. Respeitando os passos preestabelecidos em ambos os manuais, realiza-se a reprodução da família de treliça desenvolvidas pelo presente projeto, para que assim possa ser utilizada da melhor forma.

Abstract:

The emergence of BIM provides a grouping of information necessary for the development of a construction. In this way, the use of REVIT to create parametric projects facilitates changes to construction elements if necessary. These elements are used in LSF projects so that better project compatibility can occur. Thus, there is a need to create a parametric family that can be incorporated into the most diverse software, so that elements can be grouped and exchanged if necessary. In this sense, the family of metric structural trusses, as there is the presence of elements that are similar to those present in LSF structures, such as the correlation of webs and uprights. This results in a wall with a lattice configuration that can be used to arrange walls from a height of 3 m and the desired length. This involves the production of family creation manuals and the creation of the user manual. Respecting the steps pre-established in both manuals, the truss family developed by this project is reproduced, so that it can be used in the best way.

1. Introdução

O desenvolvimento da indústria de softwares proporcionou o surgimento do Desenho Assistido por Computador (CAD) de modo que a produção dos desenhos começou a ser automatizada digitalmente. Entretanto, a busca pela perfeição por parte dos clientes, fez com que ocorresse uma nova fase no desenvolvimento desses softwares, chegando no Building Information Modeling (BIM), sendo esse responsável não mais por produções em 2D e sim por modelagens, sendo esses protótipos com parâmetros preestabelecidos, tendo geometria precisa e detalhes não encontrados no CAD [1].

O BIM surgiu como método de integração de diversas áreas da engenharia, agrupando dados para facilitar as etapas de projeto, orçamento e construção. Sendo um resultado positivo a compatibilização espacial, apresentando uma coerência em todos os projetos, tal como, os projetos arquitetônicos, complementares e estrutural, sendo desse modo uma das possíveis soluções para minimizar os riscos de execução [2].

As características presentes no BIM, são de importância para todo tipo de projeto, por exemplo, os projetos de Light Steel Frame (LSF), utilizam esse sistema para compatibilizar os diversos projetos (arquitetônico, elétrico, hidráulico, estrutural metálico) e ter um custo reduzido. Porque o sistema LSF é industrializado, necessita de precisão e controle dos perfis metálicos.

O LSF remete sua origem a meados do século XIX, tendo seu desenvolvimento atribuído ao avanço tecnológico impulsionado pela necessidade do surgimento de um método construtivo que suprisse as demandas originárias das grandes catástrofes que provocaram inúmeras perdas [3].

A utilização do sistema LSF possui boa recepção do mercado, pois suas principais características são a produção de obras secas, facilidade no manuseio e na montagem do sistema, o uso de perfis de aço. Sendo ainda responsável por diminuir o tempo de obra, graças a padronização de montagem, podendo

diminuir os custos da obra, já que ocorre uma diminuição considerável de desperdício de material (perfis, chapas), resultando em algo que todos os construtores buscam uma obra limpa, econômica e organizada [3].

2. Modelagem BIM

O BIM consiste em um conjunto que proporciona um apanhado de informações construtivas que serão utilizadas de forma organizada, envolvendo principalmente atividades humanas, não sendo um software como muitos acreditam, e sim um sistema que integraliza todas as informações no mesmo local, com desenhos em 3D parametrizados, e um banco de dados com suas informações [4].

2.1 Ferramenta para criação de família

Uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada. [5]

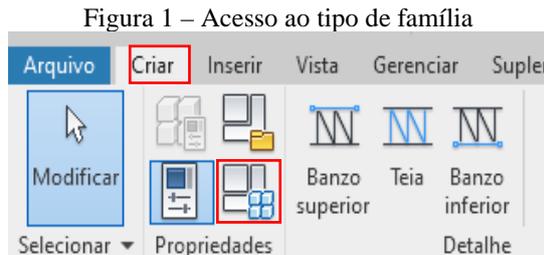
Logo, os elementos de uma família podem apresentar valores diferentes e mesmo assim pertencerem aos mesmos parâmetros, criando diferentes tipos de família. Existe ainda a possibilidade de criar instâncias dentro dos tipos de família, ou seja, sendo possível editar o parâmetro do elemento sem alterar toda a estrutura da família [5].

Desse modo, pode ser listado três tipos de famílias no sistema REVIT, famílias do sistema, famílias carregáveis, famílias no local [6].

- Famílias do sistema: não é possível utilizar ou salvar em projetos externos ao software;
- Famílias carregáveis: O oposto das famílias do sistema, pois podem ser criadas em arquivos externos, sendo de fácil carregamento no sistema;
- Famílias no local: possuindo a característica de alterar a geometria de um elemento no local.

2.1.1 Parametrização

Ocorre a criação de parâmetros personalizados para qualquer elemento ou categoria de projeto, existindo uma comunicação entre o armazenamento e informações dos elementos parametrizados. Esses são criados na aba de propriedades, com a ferramenta tipo de família, conforme a figura 1 [7].



Fonte: Autor

2.1.2 Aplicação de sintaxe em formulas

As fórmulas suportam operações tradicionais da matemática, tendo essas que serem inseridas conforme a tabela 1. É necessário que seja respeitado os nomes de parâmetros estabelecidos desde o início, caso contrário o programa não irá reconhecer o mesmo [7].

Tabela 1 – Exemplos de sintaxe

Função sintaxe	Descrição
round(x)	retorna um valor arredondado para o número inteiro mais próximo.
roundup(x)	retorna um valor para o maior valor inteiro maior do que ou igual a x.
rounddown(x)	retorna um valor para o menor valor inteiro menor do que ou igual a x.

Fonte: Adaptação (Autodesk) [7]

3. Light Steel Frame

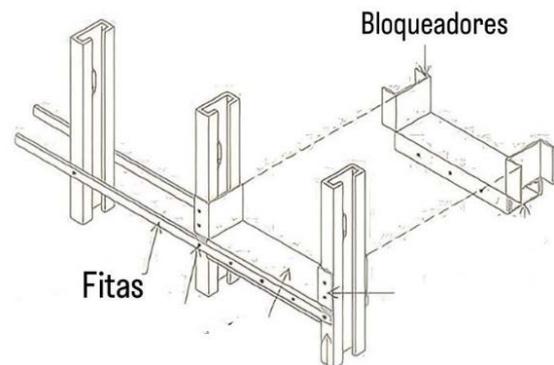
Da sentença “Steel Framing”, temos do inglês “Steel” que significa aço e “Framing” que é derivada da palavra frame que significa estrutura, logo steel framing nada mais é que uma estrutura de aço [9].

3.1 Elementos utilizados no sistema

Os manuais dos CBCA referenciam às principais definições dos elementos a serem utilizados nas estruturas de LSF [9,10].

- **Bloqueadores:** São perfis Ue ou U, utilizados nas extremidades dos painéis e a cada 3,6 m, tendo a principal finalidade enrijecer os painéis estruturas, possuindo 20 cm a mais que o espaçamento dos montantes, ficando 10 cm para cada lado conforme figura 2, sendo fixado aos montantes e a fita;
- **Fitas:** Elemento em aço galvanizado, possuindo largura mínima de 38 mm e espessura de 0,84, tendo como principal função diminuir a rotação dos montantes e diminuir a flambagem da peça. Sua instalação consiste na fixação da mesma em todos os montantes e nos bloqueadores de acordo com a figura 2, estando a cada 1 m para painéis de 3 m e a meia parede em painéis de até 2,5m. Quando inserida na diagonal tem função de contraventamento;

Figura 2 – Instalação de bloqueadores e fitas

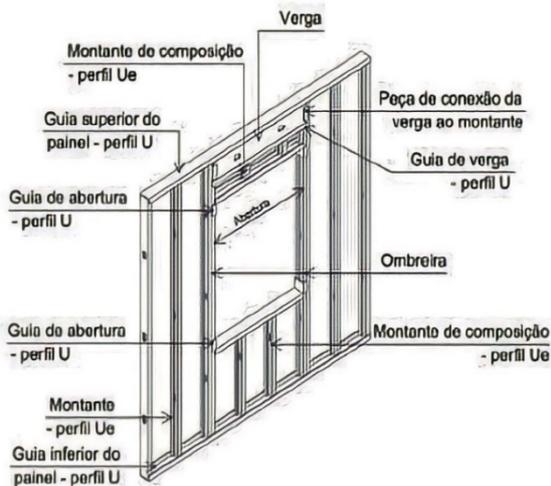


Fonte: Santiago [9]

- **Guia:** Tem como sua principal função servir como base ou topo dos painéis estruturais, igual observados na figura 3. Não podendo absorver nem distribuir os esforços dos painéis, pois essa é a função de outros elementos, exemplo os montantes;
- **Montantes:** Perfil Ue ou C utilizado na composição de painéis de paredes, condizentes com a figura 3, possuindo

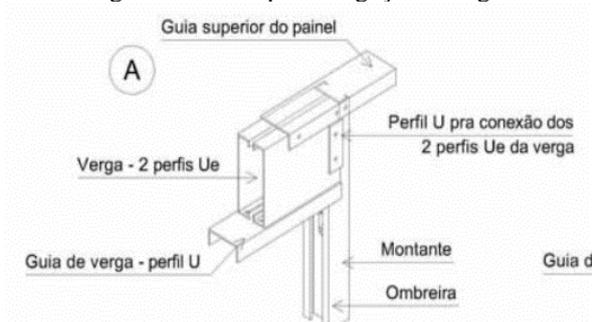
- espaçamento a ser determinado pelos cálculos estruturais do projetista, entretanto só é permitido espaçamentos de 600 mm ou 400mm, uma de suas funções consiste em distribuir a carga dentro das paredes;
- Ombreira: O elemento consiste em perfis utilizados para o apoio das vergas em aberturas de esquadrias, conforme figura 3. A quantidade de ombreiras por vão é determinada por cálculo estrutural, ocorrendo fixação do elemento ao montante;
 - Verga: Elemento composto por dois perfis Ue ligados pela extremidade, ligação essa que tende a ser com um perfil U, como mostrado na figura 4, ocorrendo a fixação nas ombreiras e possuindo uma guia superior e sendo utilizada em cima de aberturas de esquadrias, ver figura 3;

Figura 3 – Representação de um painel



Fonte: Rodrigues [10]

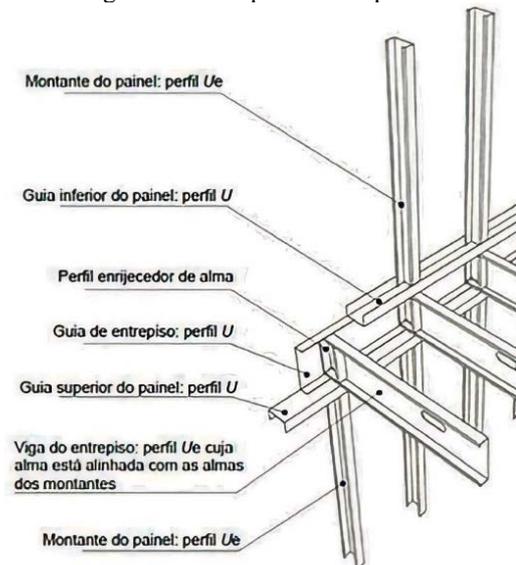
Figura 4 – Exemplo de ligação de viga



Fonte: Santiago [9]

- Perfil enrijecedor: Elemento utilizado para ajudar o apoio de vigas, de acordo com a figura 5;
- Viga: Perfil Ue ou C utilizado para distribuição das forças na horizontal, ver figura 5, existindo diversos tipos de viga, exemplo disso são, vigas de contrapiso, vigas baldrame.

Figura 5 – Componente de painel



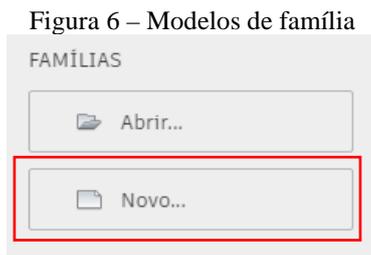
Fonte: Rodrigues [10]

4. Resultados

Como mostrado, o presente trabalho tem por finalidade a elaboração de uma família paramétrica para composição de projetos em steel framing. O processo de elaboração foi desenvolvido no software Revit da Autodesk. De modo que é essencial que essa família seja carregável nos diversos programas para elaboração final projeto. Dessa forma ocorre a necessidade de criar uma família carregável já que a mesma pode ser carregada de forma fácil em outros sistemas ou transferida do REVIT para outro programa, existindo a possibilidade de “explodir” a família para que a mesma possa vim a ser editada e posteriormente introduzir os elementos como esquadrias, bloqueadores, fitas, ombreiras e etc.

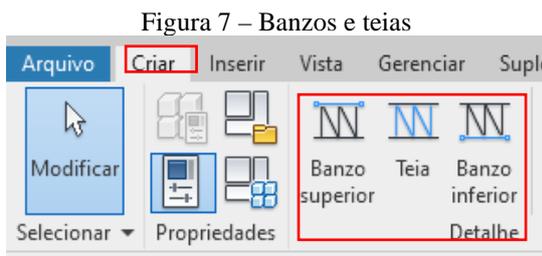
4.1 Manual de criação da família

A concepção da parametrização ocorre ao escolher o modelo de família, esse processo é realizado ao inicializar o programa, clicando em novo no tópico família como mostrado na figura 6, para que possa ser selecionado o modelo “Trelças estruturas métricas”, de modo a desenvolver toda e qualquer parametrização em cima do modelo que o programa já disponibiliza



Fonte: Autor

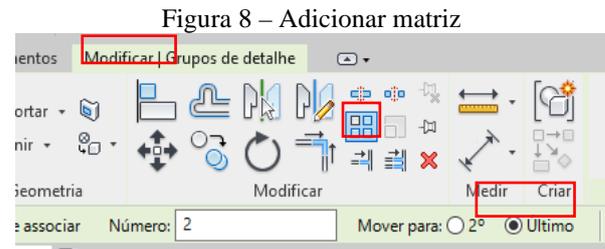
Em seguida realiza a inserção dos banzos e teia, ver a figura 7, na aba de criar, sendo o passo inicial na parametrização, que será seguida de comandos que facilitarão a utilização da parede em futuros projetos, adendo a utilização da teia apenas na extremidade esquerda, para facilitação dos próximos passos.



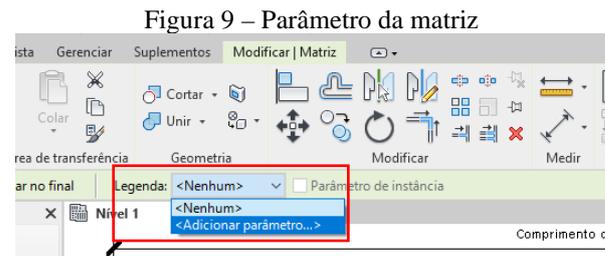
Fonte: Autor

O próximo passo consiste na utilização do comando matriz (AR) do Revit, na aba modificar, para seguir com os passos necessários ao ativar o comando é essencial clicar na teia adicionada e marcar a opção último, todos os passos até então estão demarcados na figura 8, com isso deve ser adicionado a última teia conforme a mesma figura, para que a partir disso possa ser realizado as parametrizações necessárias para utilização da família. Após os passos

anteriores é necessário selecionar a matriz e criar um parâmetro, conforme figura 9.



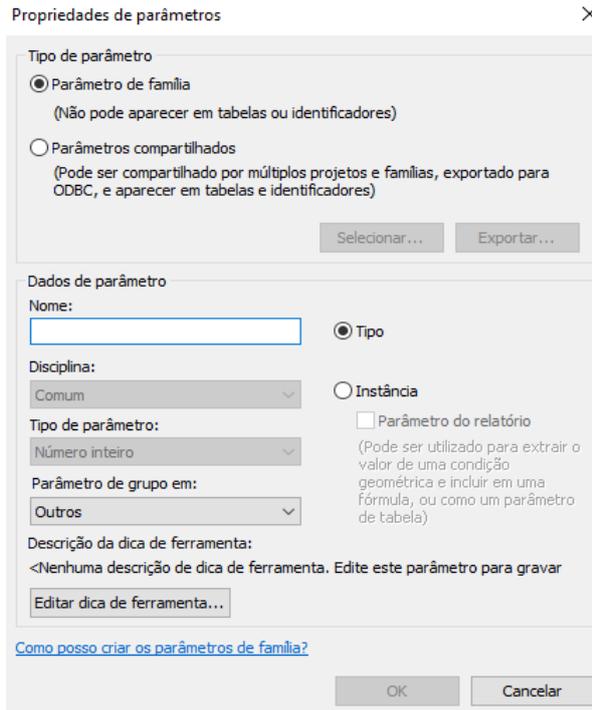
Fonte: Autor



Fonte: Autor

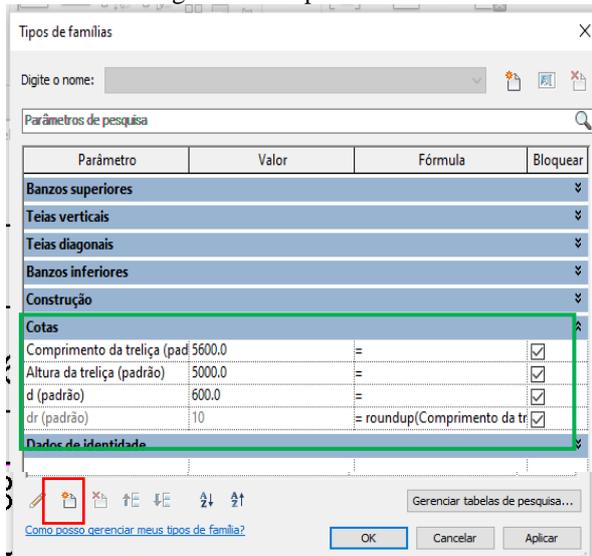
O parâmetro deve seguir as especificações da figura 10, é necessário escolher o parâmetro da família, nomear o parâmetro, no caso do parâmetro da matriz é nomeada como dr, selecionar a opção de instância e é necessário que altere o parâmetro de grupo de outros para cota, pois desse modo todos os parâmetros ficaram agrupados, posteriormente é realizado a equacionalização para que ocorra o surgimento correto das teias da família. Se segue com os comandos da figura 1, para que seja realizado a inserção das equações necessárias e criação do parâmetro de espaço, esse sendo chamado de d (tendo seu passo retratado na figura 11 com a marcação em vermelho) e sendo direcionado para a propriedade de parâmetro (figura 10).

Figura 10 – Propriedades de parâmetros



Fonte: Autor

Figura 11 – Tipos de família



Fonte: Autor

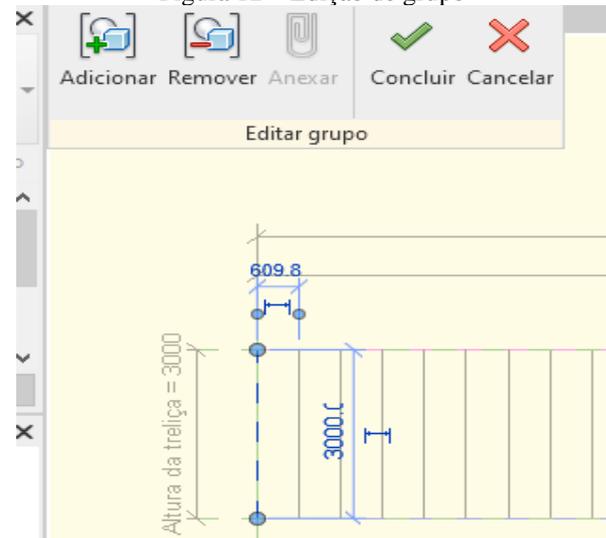
A demarcação em verde na figura 11 representa os parâmetros necessários na confecção da parede de steel frame, o parâmetro de Comprimento da treliça e Altura da treliça são os padrões da família escolhida para realização do modelo, já os parâmetros d e dr são os parâmetros idealizados pelo autor para que a parede siga as demarcações da literatura do tema, a configuração d segue o mesmo princípio das configurações iniciais de

comprimento e altura, podendo mudar suas dimensões para se adaptar às dimensões de projeto, nesse caso é necessário ressaltar que as únicas dimensões possíveis para d, conforme a literatura do CBCA são de 600 mm e 400 mm a ser determinada pelo projetista, já os valores de dr segue o fornecido pela fórmula abaixo.

$$= \text{roundup}(\text{Comprimento da treliça} / d)$$

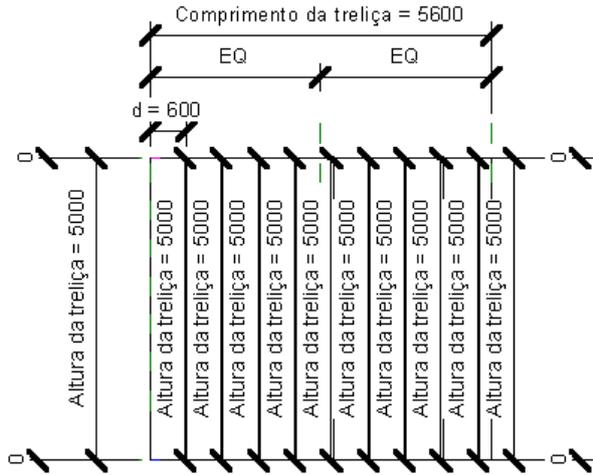
A tabela 3 de função sintaxe e exemplos fornece que o comando roundup é utilizado para que ocorra o arredondamento necessário para que nenhuma teia ultrapasse o limite de comprimento da treliça. Desse modo, pode-se determinar as configurações de cota, com um duplo clique na teia esquerda, a única adicionada sem a função de matriz, ocorre a abertura da aba de edição de grupo, condizente com a figura 12, assim a mesma vai delimitar a cota da horizontal e vertical, e ao ser selecionadas passando a serem fixas no projeto, com isso pode ser demarcado os parâmetros das cotas, conforme figura 9, na aba de legendas, para essas são demarcadas as configurações de altura de treliça e d, conforme figura 13 (a altura utilizada é meramente para fins de exemplo) e 14. As cotas que marcam zero, são necessárias para que não ocorra nenhuma distorção na parede, são inseridas na edição do grupo, entre a teia e o plano de trabalho da família.

Figura 12 – Edição de grupo



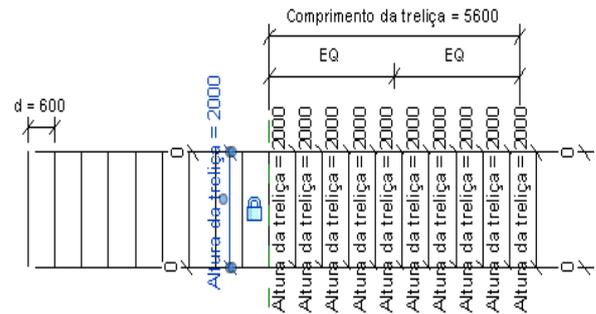
Fonte: Autor

Figura 13 – Protótipo da parede em 2D



Fonte: Autor

Figura 15- Família desconfigurada

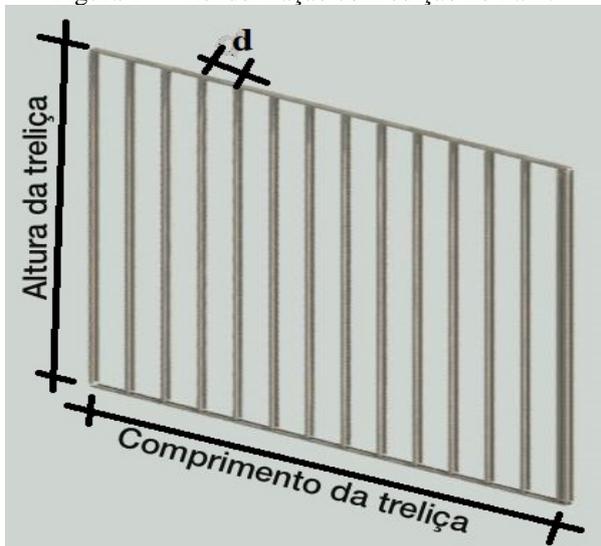


Fonte: Autor

Segue o QR Code que disponibiliza a família desenvolvida para que possa ser utilizada para futuros trabalhos de melhoria.



Figura 14 – Renderização com edição no Paint



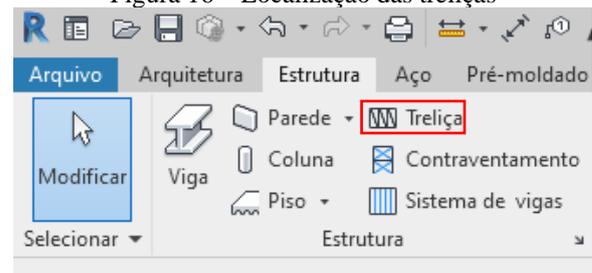
Fonte: Autor

A figura 14 representa como a parede será disposta no projeto, após renderização da vista da família. Desse modo pode ser realizado algumas configurações de paredes além das dimensões já impostas pela família na sua criação, sendo assim encontramos que essa família só pode ser utilizada em paredes com pé direito de 3 m ou dimensões superiores, quando ocorre a inserção de dimensões menores a 3 m ocorre uma desconfiguração da família como está representada na figura 15, logo a mesma não poderá ser utilizado para confecção de platibandas, apenas de alvenaria em Steel Frame com dimensões maior que 3 m.

4.2 Como utilizar a família em projeto

Ao inicializar o programa é necessário que a família seja carregada, após a inserção na aba estrutura é necessário que seja selecionado a aba estrutura, conforme figura 16, posteriormente é necessário que ocorra a mudança de perfil, pois o mesmo está configurado em perfil I e como fimos no desenvolvimento do trabalho é necessário que o mesmo seja um Perfil U ou Ue.

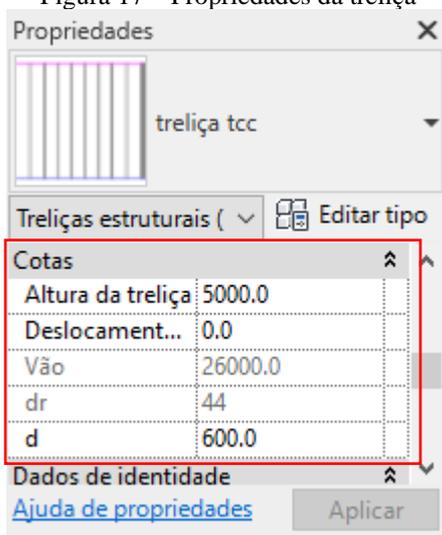
Figura 16 – Localização das treliças



Fonte: Autor

Após o passo da figura 16 ocorre a configuração das propriedades de cota da família, ver figura 17, pode ser modificado a altura dos montantes na linha com o nome Altura da treliça, demarcando a altura que o projetista precisa para o pé direito. Na linha com a letra d é demarcada o espaçamento dos montantes, sendo calculado pelo projetista e sendo permitido apenas 400 mm ou 600 mm, condizente com as determinações da literatura do CBCA. A aba de propriedades aparece ao lado esquerdo do programa.

Figura 17 – Propriedades da treliça



Fonte: Autor

O comprimento da parede vai ser estipulado conforme uma parede convencional, sendo demarcada no projeto com o mouse. O próximo passo a ser desenvolvido para utilizar a família da melhor forma possível é a conversão dos perfis I para os perfis U, na aba Carregar Famílias em inserir. As famílias serão escolhidas dentro as famílias de Framing estrutural, igual observado na figura 18, são escolhidos os perfis em aço galvanizado que o projetista determinou nos seus cálculos, com essas escolhas dentro do programa é necessário que ocorra a alteração dos mesmos em editar tipo, conforme será explicado na figura 19 e figura 20.

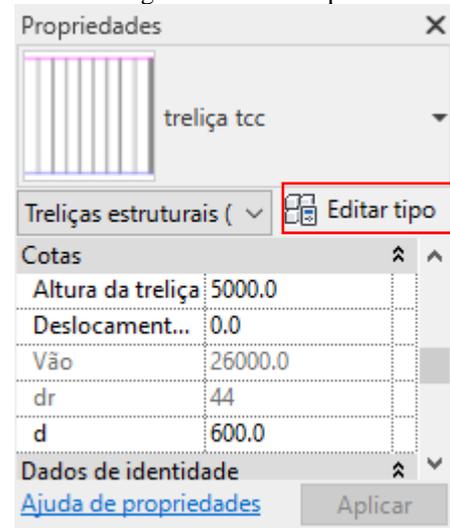
Figura 18 - Carregar Framing estrutural



Fonte: Autor

A figura 19 mostra a localização da edição tipo na aba de propriedades, que como foi explicado anteriormente está localizado no lado esquerdo ao selecionar a família de treliça desenvolvida, para que desse modo ocorra a alteração dos perfis, condizente com a figura 20.

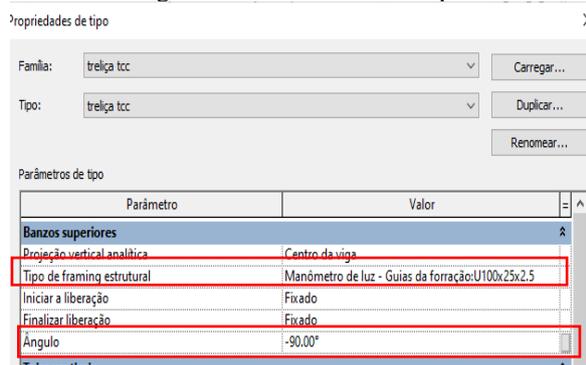
Figura 19 – Edita tipo



Fonte: Autor

Ao entrar em editar tipo, o projetista será redirecionado para uma aba de propriedades, ver figura 20 e terá que seguir seus passos, para alterar as configurações de perfis, o primeiro deles é a alteração do tipo de framing estrutural, sendo necessário alterar o ângulo para o todos os parâmetros, para que o perfil se encaixe, observar figura 3.

Figura 20 – Parâmetros de tipo



Fonte: Autor

Após as alterações nas propriedades dos perfis aperta-se enter no teclado do computador e pode ser adicionado as paredes de forma convencional seguindo as determinações do projeto.

5. Considerações Finais

Ocorreu o desenvolvimento da família paramétrica em steel frame para ser utilizada em paredes cegas, essas sem aberturas de esquadrias e sem os bloqueadores ou fitas, sendo assim um facilitador para inserção de todas as paredes, posteriormente se necessário as mesmas podem ser “explodidas” para adicionar as esquadrias, bloqueadores e fitas, facilita a inserção de todos os montantes e guias, não sendo mais necessário a inserção manual de cada perfil.

Ao observar o comportamento da parede desenvolvida notasse uma dificuldade em introduzir paredes menores que 3 metros sem desconfigurar os parâmetros da família, as observações necessárias para a criação dessas paredes partindo do zero se encontra no manual de desenvolvimento e para que essa possa ser incorporada nos projetos podem utilizar o manual da família.

Com isso existe possíveis trabalhos futuros, para melhorar o trabalho em questão, como famílias de bloqueadores, fitas e vigas, podendo existir famílias mais complexas como paredes que possuam parâmetros que insiram os bloqueadores e fitas, incluindo ainda um possível trabalho para disposição de uma

família que consiga desenvolver paredes com menos de 3 m de altura.

6. Referencias

- [1] NUNES, G. H. LEÃO, M. *Estudo comparativo de ferramentas de projeto entre CAD tradicional e a modelagem BIM*. Revista de Engenharia Civil, 2018.
- [2] SILVEIRA, N. F. N. CARNEIRO, M. I. M. *Uso da modelagem BIM na gestão de áreas degradadas*. XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020.
- [3] ARAGÃO, W. D. et. al. *Steel frame - construção sustentável e comparação com o sistema construtivo convencional*. Research, Society and Development, v. 11, n. 9. 2022.
- [4] FERREIRA, W. A. et. al. *BIM modelagem de informação na construção civil*. Revista científica da FAEX, v.11, ed. 21.
- [5] HELP, Autodesk. *Sobre as famílias*. Autodesk. [S.I.] 2020. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-Model/files/GUID-6DDC1D52-E847-4835-8F9A-466531E5FD29-htm.html>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- [6] HELP, Autodesk. *Diferentes tipos de famílias*. Autodesk. [S.I.] 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-Model/files/GUID-403FFEAE-BFF6-464D-BAC2-85BF3DAB3BA2-htm.html>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- [7] HELP, Autodesk. *Sobre parâmetros*. Autodesk. [S.I.] 2020. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-Model/files/GUID->

- [AEBA08ED-BDF1-4E59-825A-BF9E4A871CF5-htm.html](https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-Model/files/GUID-B37EA687-2BDF-4712-9951-2088B2A8E523-htm.html). Acesso em 08 nov. 2022.
- [8] HELP. Autodesk. *Abreviatura e sintaxe válida de formulas*. Autodesk. [S.I.]. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-Model/files/GUID-B37EA687-2BDF-4712-9951-2088B2A8E523-htm.html>. Acesso em 15 nov. 2022.
- [9] SANTIAGO, A.K. et. al. *Steel Framing: Arquitetura. Manual de construção em aço*. Centro Brasileiro de Construção em Aço – CBCA. 2012.
- [10] RODRIGUES, F. C. CALDAS, R. B. *Steel Framing: Engenharia*. Centro Brasileiro de Construção em Aço - CBCA. 2016.