Apostila Curso Eberick Básico

Concepção Estrutural em Concreto Armado, Pré-moldado e Alvenaria Estrutural



Autores: Letícia Mattana e Mateus Villela

Setembro de 2020

Sumário

- 0. Introdução
- 1. Criando o projeto
- 2. Posicionamento dos pilares
- 3. Lançamento das vigas
- 4. Análise Pórtico 3D
- 5. Lançamento da fundação
- 6. Processamento a estrutura 1°rodada

7. Processando a estrutura com diferentes configurações de vínculos entre as peças estruturais de vigas, pilares e sapatas

- 8. Lançamento das lajes
- 9. Inserindo lajes

10. Processando a estrutura com diferentes configurações de vínculos entre as peças estruturais das lajes

- 11. Análise prévio dos resultados obtidos do processamento
- 12. Dimensionamentos
- 13. Detalhamentos
- 14. Resultados
- 15. Interoperabilidade BIM
- 16. Lançamento do pré-moldado
- 17. Lançamento da alvenaria estrutural

Capítulo 0. Introdução

0.1 Apresentação do curso

Este curso foi desenvolvido para apresentar de forma didática as principais características do módulo Eberick a partir da elaboração de um projeto estrutural básico de uma Habitação de Interesse Social (HIS) de 38m². Com ele, buscamos não só ensinar a utilizar o software Eberick, mas também ensinar a desenvolver a concepção e a análise de projetos estruturais utilizando esta ferramenta, aproveitando-a da melhor maneira possível.

Sabemos, contudo, que nem todas as situações de projeto poderão ser abordadas com o nosso exemplo. Devido a vasta diversidade de projetos estruturais, há situações que não se enquadram no projeto abordado e, portanto, não serão diretamente tratados no curso.

0.2 Material de apoio

Em nosso curso estudaremos a concepção estrutural de uma edificação por meio de um arquivo de projeto arquitetônico modelado em BIM na ferramenta AUTODESK REVIT e disponibilizado no formato aberto ".IFC" (em: https://gebim.ufsc.br/projetos/). É necessário que seja efetuado o download desse arquivo e salvar em uma pasta de fácil acesso no seu computador.

0.3 Apresentação da Arquitetura

A Habitação de Interesse Social adotada neste estudo é composta por um único pavimento, onde está alocada a sala de estar, a cozinha, o quarto, o lavabo e a área externa. O projeto refere-se a uma edificação financiada pela Caixa Econômica Federal para famílias de baixa renda, com projetos padrão disponíveis de forma gratuita para viabilizar o acesso à moradia à população de baixa renda.

Ao realizar projetos pensando em um processo BIM, é muito importante que os projetistas das diferentes disciplinas conversem antes de iniciar o lançamento dos projetos, e também durante a realização do projeto, principalmente quando existirem mudanças nas informações repassadas inicialmente, e após o lançamento inicial dos projetos, até que a compatibilização seja finalizada.

Sendo assim, antes de iniciar o lançamento do projeto deve ser pensado em alguns critérios importantes, como:

0.3.1 Aspectos arquitetônicos relacionados ao projeto

- Trata-se de uma residência térrea;
- Esse projeto faz parte do projeto padrão dos Caderno Caixa, com Habitação de Interesse Social (HIS)

Figura 1 - Habitação de Interesse Social da Caixa Econômica Federal



Fonte: GI DUR/ VT, 2007.

 Mesmo tratando-se de um projeto simples de concepção estrutural, com pequenos vãos e pouca carga, serão exploradas diferentes soluções para fins didáticos.

0.3.2 Aspectos conceituais do modelo estrutural

- Como trata-se de uma obra de pequeno porte, o esforço de vento pode ser desconsiderado. Assim como problemas de instabilidade global, são improváveis para esse tipo de residência.
- O modelo deve priorizar soluções econômicas e funcionais, visto se tratar de uma HIS.

0.3.3 Aspectos relativos ao terreno da obra

Como trata-se de um projeto padrão, o terreno varia de local para local.
 Como não temos laudo de sondagem disponível para entendimento do tipo e das características do solo e do lençol freático, para o nosso caso em questão, adotaremos um desnível de 1m considerando terreno em desnível, para proposta com fundação tipo sapata, com finalidade didática.





Fonte: GI DUR/ VT, 2007. Disponível em

https://docplayer.com.br/677613-Cadernos-caixa-projeto-padrao-casas-populares.html Acesso em setembro de 2020

0.4 Estudos de concepção e lançamento de estruturas

Um dos fundamentos que se pretende ensinar neste curso é o estudo de alternativas para a estrutura do projeto arquitetônico, a fim de adotar as melhores soluções técnicas para o projeto, com base em questões construtivas, técnicas, econômicas e sustentáveis, destacando as vantagens de cada proposta ou sistema adotado. Com isso, pretende-se exercitar o lançamento estrutural de forma racional em diferentes tipologias, bem como tomar uma decisão pautada na análise dos diagramas e deslocamentos.

- Escolha do tipo de sistema estrutural e seus elementos, como pilares, vigas e lajes que serão utilizados.
- Estudo de tipos de vínculos possíveis (engastado, rotulado, semirrígido);



0.4.1 PROJETO DO EDIFÍCIO 1 - Estrutura em concreto armado moldado in loco

0.4.2 PROJETO DO EDIFÍCIO 2 - Estrutura em concreto pré-moldado



0.4.3 PROJETO DO EDIFÍCIO 3 - Estrutura em alvenaria estrutural



Capítulo 1. Criando o projeto

O primeiro passo para projetar uma edificação no Eberick é informar para o programa quais os pavimentos que a compõem. Definir essas informações é importante pois todos os lançamentos realizados na plataforma estarão associados a algum pavimento específico. Elementos como lajes, vigas e pilares estarão vinculados ao pavimento onde foram lançados e todos os detalhamentos e relatórios gerados referenciam a esse pavimento.

 Para criar uma edificação a partir de um modelo ".IFC", acesse o menu Arquivo – Novo - Nova edificação com modelo externo;

9	Novo	•	
∋	Abrir edificação		Nova edificação
-	Salvar	٠	Cria um novo projeto
•	QiCloud	•	
-	Alvenaria		Cria um novo projeto utilizando modelo externo
0	Gerenciador de desenhos	•	News descelo
1	Importar	•	小ovo desenho
	Exportar	٠	
8	Interoperabilidade BIM	•	
2	Imprimir	٠	
*	Fechar		
₽	Sair		

O programa permite que a edificação seja criada de duas maneiras diferentes. Com o comando **Nova edificação**, você irá criar um projeto em branco, o que significa que todas as informações necessárias para o lançamento da estrutura deverão ser informadas manualmente. Será necessário informar o nível dos pavimentos e suas respectivas alturas. Da mesma maneira, a planta baixa dos pavimentos deverá ser importada manualmente, com algum **arquivo de CAD 2D** (.dwg ou .dxf).

Já o comando **Nova edificação com modelo externo** permite a criação de um arquivo de projeto com base em um modelo pré-existente. Em linhas gerais, o modelo BIM da arquitetura é provido ao Eberick, que identifica os pavimentos da edificação automaticamente e gera as suas respectivas plantas baixas, de modo que essas são exibidas junto ao lançamento para que sirvam de referência. Para utilizar esta ferramenta, é necessário que você disponha do modelo arquitetônico em ".**IFC"**. Este é o comando que será utilizado neste curso, por permitir o uso de modelo BIM arquitetônico vinculado ao software Eberick.

1.1 Selecionando modelo externo

- Clique sobre a opção Nova edificação com modelo externo;
- A Janela Modelo externo será aberta. Selecione a opção **Modelos 3D (*.ifc)** no campo **Tipo do arquivo**, localizada no canto inferior direito da janela;
- Localize a pasta onde o arquivo 2 Modelo arquitetônico2.ifc, disponibilizado ao aluno, foi salvo. Selecione o arquivo;
- Clique na opção Abrir;



O modelo será carregado e, logo em seguida, a janela **Novo projeto** será exibida. Nesta janela, devem ser definidos alguns parâmetros para que o arquivo de projeto seja gerado adequadamente.

1.2 Passo 1 – Identificação do projeto

Neste primeiro passo, indicado pelo diálogo **Nova edificação**, será necessário definir o **Nome** do projeto, o seu **Título** e o **Local** onde será criado.

Nome:	Projeto_te	ste				
Criar em:	D: Mateus	Desktop\GEBIM\Eberic	k\Curso leticia\Nova	pasta\		
Título:	Habitação	Social				
Modelo						
Critérios <mark>d</mark> e	projeto:	Nenhum				 ×
Modelo ext	erno:					

1.3 Passo 2 – Pavimentos e níveis dos pavimentos

Na janela **Novo projeto**, serão informados os pavimentos que compõem a edificação. Conforme foi dito anteriormente, a utilização de um modelo externo permite que o Eberick defina a posição dos pavimentos automaticamente, sendo que a janela já é exibida preenchida.

		Altura (Cm)	Nivel (cm)	
Cobertura	1	270.00	370.00	
Pavimento Térreo	1	100.00	100.00	-
Fundaç00F5es	1	100.00	0.00	

A altura do primeiro pavimento da edificação (neste caso, o Térreo) é utilizada apenas como valor de referência. Você pode utilizar um valor arbitrário para a sua altura. Para o nosso projeto em questão, serão mantidos os mesmos valores, como na Figura acima.

1.4 Passo 3 – Gerar as plantas baixas do modelo

Na janela **Novo projeto**, você deverá definir como serão gerados os planos de corte da arquitetura. Esses planos serão utilizados para definir qual o campo de visualização de cada um dos pavimentos e, consequentemente, o que será exibido na planta baixa de cada um deles. Algumas opções podem ser verificadas nessa janela:

lodelo:		2 - Mod	elo arquitetônico2				
adrão <mark>d</mark> e abi	rangência dos obje	etos: Todos o	s objetos				Personalizar
efinições do	corte						
Seleção	Pavimento	Altura (cm)	Corte sup. (cm)	Corte inf. (cm)	Nível (cm)	Nível sup. (cm)	Nível inf. (cm)
	Cobertura	270.00	162.00	-40.50	370.00	532.00	329.50
~	Pavimento	100.00	60.00	-15.00	100.00	160.00	85.00
¥	Fundaç00F5es	100.00	60.00	-15.00	0.00	60.00	-15.00

- Em Padrão de abrangência de objetos, são definidas quais classes de objeto serão utilizadas na geração do corte. Iremos manter essa opção em Todos os objetos;
- É mantido os mesmos valores da figura acima;

Neste momento, seu projeto será criado. Na parte esquerda da tela, será exibida a árvore do seu projeto na janela **Edificação**. Nesta região, você poderá visualizar várias informações de projeto dentro do item "Pavimentos", clicando no botão "+" ao lado do nome do nível, como seus croquis, desenhos e plantas de fôrma. Perceba ainda que o modelo utilizado para criar a edificação também é exibido em "Modelos 3D".



Para visualizar as arquiteturas de cada nível do projeto, é necessário selecionar a referência correspondente de forma manual. Para isso:

- Na janela Edificação, dê um duplo clique sobre o pavimento Pavimento térreo. O croqui do pavimento será aberto. Perceba que nenhum elemento é mostrado ainda, a vista encontra-se vazia;
- Acesse a guia Desenho Grupo Referências;
- Altere o item Desenho para 2 Modelo arquitetônico2;

Pavimento Térr 🔻	5	<u>⊾</u> @	€£0
2 - Modelo arq 👻	6	₽ġ	89

Perceba que a arquitetura do nível selecionado será exibida no croqui. Da mesma maneira, você pode alterar qual pavimento será exibido no croqui alterando o item **Pavimento Térreo**.

• Altere o item Pavimento Térreo para Todos;

Selecionando a opção **Todos**, percebam que as arquiteturas serão exibidas de maneira sobreposta. Esse tipo de visualização é interessante durante o lançamento pois permite identificar interferências e alinhamentos de parede em relação aos demais níveis do projeto, o que é bastante importante durante o lançamento de pilares.

Repita o mesmo procedimento para **os pavimentos da Cobertura e Fundações**, vinculando-os ao modelo arquitetônico: **2 – Modelo arquitetônico2.ifc.**

Capítulo 2. Posicionamento dos pilares

O posicionamento dos pilares no projeto é, provavelmente, um dos pontos mais importantes na concepção de uma nova estrutura. A disposição desses elementos influenciará em como os esforços se distribuirão na estrutura e pode incorrer em resultados inoportunos. Ao inserir pilares em uma estrutura, há uma série de fatores que devem ser levados em consideração, de modo que a concepção final irá variar grandemente a depender das características de cada projeto. Pode–se citar como pontos essenciais:

- Alinhamento de paredes: de modo geral, é interessante que os pilares se mantenham alinhados à sua prumada inicial ao longo da altura da edificação.
- **Presença de aberturas**: a presença de aberturas, como janelas e portas impede o posicionamento de pilares na região.
- **Necessidade de apoios**: vãos muito grandes, em muitos casos requerem pilares intermediários.

2.1 Lançamento dos eixos de locação

Para facilitar o lançamento dos pilares e vigas da nossa residência, faremos o uso de **linhas de eixo**, para isso:

- Na janela Edificação, acesse o Pavimento Térreo;
- Acesse a guia Operações Eixos de Locação Eixo de locação horizontal;
- Insira eixos horizontais nos principais traçados da malha estrutural, clicando sobre o local que deseja inseri-los no projeto eixos A, B e C.
- Acesse a guia Operações Eixos de Locação Eixo de locação vertical;
- Insira eixos horizontais nos principais traçados da malha estrutural, clicando sobre o local que deseja inseri-los no projeto eixos 1, 2 e 3.

Finalizada essa etapa, o desenho deve ficar conforme a seguinte figura.



2.2 Lançamento dos pilares

Para garantir que os pilares sejam lançados adequadamente, deve-se selecionar os pontos adequados, para isso podemos nos valer das ferramentas de captura do programa. O Eberick conta com todas as ferramentas de captura mais comuns de um ambiente de CAD, como **Extremidade**, **Ponto médio** e **Quadrante**, localizadas na **Linha de comando** (barra horizontal inferior).

A ferramenta **Captura personalizada** e permite que você mantenha mais de uma ferramenta de captura ativa simultaneamente. Isso permite um lançamento mais rápido. Uma vez que não é necessário alterar a ferramenta de captura ativa a cada lançamento. Você pode configurar as ferramentas ativas por meio do botão

Capturas 🔯 .

Para isso:

- Clique em Capturas 🔯 ;
- Na janela que se abre, selecione todas as opções com exceção de Ponto no elemento;
- Confirme em Ok;

Capturas
🗹 Ponto médio
Extremidade
Centro Centro
🖂 Quadrante
Ponto no elemento
🗹 Intersecção
Perpendicular
OK

Feito isso, podemos começar a inserir os pilares. Para isso:

• Acesse a guia Lançamento – Pilares – Pilar Pilar ;

Na janela que se abre, você deverá informar as propriedades do pilar que será inserido. Para esse projeto em questão, você pode escolher de maneira arbitrária as dimensões que desejar e achar mais conveniente. Lembrando que as dimensões limites dos elementos estruturais devem respeitar ao prescrito na Norma ABNT NBR 6118:2014, ou em suas revisões.

Para adequar as dimensões limites da Norma dentro do Eberick, deve-se:

• Acessar a guia Estrutura - Configurações - Projeto - Dimensionamento;

Pilares	Pilares PM	Vigas	Vigas PM	Lajes	Sapatas	Blocos	Muros	Paredes d	le alvena	ria
Estri	bos									
Esp Esp Esp Esp Tar	Separar trech de armadura r vaçamento mí vaçamento mí vaçamento mí nanho mínimo	os com o maior que ínimo ínimo (top últiplo de o do(s) tre	diferença e po e base) echo(s)	10 7 4 1.0 ~ 40] %] cm] cm] cm	Perr Usa qua Usa Com Ângulo conside Usa	nitir carga r armadu drados r armadu ipostos mínimo p erar pilar i r momeni Dispensa	a nula ou ne ra simétrica ra simétrica para nclinado to mínimo r imperfeiçõ	egativa para pilar para pilar 10 es locais	es es • se for
Per Espe	centual mínin tras	no em pil	ares-parede	25	8	a Con orde	atendido siderar el em em pil	feitos localiz ar parede	ados de l	2ª
Tip	o auto		×			Process	so Rigi	dez aproxim	iada	×.
	Permitir bitola Adotar espera superior	menor q a da func	ue superior Jação igual (ao pilar		Limites Taxa de Número numa fa	e armadu o máximo ace de se	ra máxima de barras eção	8] %]
						Dimens	ão mínim	a minina 1a	14	cm
					[Linha	neutra	(Coeficient	es

Note que é possível alterar os limites de dimensionamento dos principais elementos estruturais. Mas o Eberick já traz os valores de acordo com a norma NBR 6118/2014, item 13.2.3 - Limites para dimensões, deslocamentos e aberturas de fissuras; Pilares e pilares - parede. Em relação às outras configurações que podem ser alteradas nas configurações do comando "pilares", deixaremos da maneira que se encontra originalmente no software.

		Ambianta	Este		
Nome		Ambiente	Exte	mo	~
Modelo					
Vínculo Engastado	~	Verticalidade	Auto	mático	~
Seção					
Tipo retangular	~	•			
b 14 cm h	30	cm	1		
b1 0 cm h1	0	cm	h		
Ângulo de abertura	90	0	ļ		
Ângulo de rotação	90	0		Ь	
Elevação	0	cm			
Capitel					
Usar capitel					
Ângulo de rotação	0	0	ь	100	cm
Espessura	30	cm	h	100	cm

A inserção de um pilar no croqui do Eberick consiste em definir um ponto de referência, o ângulo da seção em relação aos eixos, qual vértice do pilar estará fixado nesse ponto e o afastamento do ponto em relação à face externa da parede, o que nos permite considerar uma espessura de reboco. Prosseguimos então ao lançamento.

Caso tenha dúvidas sobre qual informação está sendo solicitada pelo programa no momento do lançamento, a **Linha de comando**, no canto inferior esquerdo da janela, sempre irá exibi-la. Neste momento do lançamento, será exibido **Pilar – posição**, o que indica que é necessário escolher qual o ponto de inserção do pilar.

A linha de comando mostrará **Pilar – Ângulo**. Girando o mouse ao redor do pilar, será possível definir sua angulação. Para garantir que ele se mantenha ortogonal aos eixos do projeto:

• Habilite a ferramenta **Ortogonal** , caso não esteja habilitada.

• Clique em um ponto da tela de modo a definir se deseja que o pilar esteja alinhado de acordo com o eixo x ou o eixo y.

A última etapa para o lançamento do pilar é definir o deslocamento por conta do reboco. A linha de comando exibirá **Pilar – Deslocamento**. Isso é importante para garantir que a parede finalizada estará adequadamente alinhada ao projeto arquitetônico. Para o nosso caso em questão:

- Na linha de comando, digite 0;
- Clique Enter;



O Eberick permite que depois do lançamento do pilar, sejam efetuados outros lançamentos seguindo a última configuração inserida, portanto siga inserindo os outros pilares na residência nas outras intersecções dos eixos de locação. Os pilares devem estar conforme figura no **Pavimento Térreo**:



2.3 Lançamento dos pilares nos outros pavimentos

No nosso projeto em questão, os pilares que foram já inseridos estarão também presentes nos outros dois pavimentos (Cobertura e Fundações). Para que isso possa ser feito:

 Acesse a guia Lançamento – Pilares – Copiar pilares para outros pavimentos ¹.

- Selecione todos os **pilares** (isso pode ser feito por meio de uma seleção individual, clicando em cada pilar, ou pode ser selecionado todos por meio de uma janela que abranja todos os pilares)
- Clique Enter;
- Selecione os pavimentos que deseja copiar, no nosso caso, todos os pavimentos;
- Clique **Ok**;

Pavimer Drigem	tos Pavimento Térreo	OK OK
Destino	Cobertura Fundac00F5es	Cancela
		Ajuda
		- 6

O mesmo comando pode ser efetuado por meio de uma seleção inicial dos pilares, clicando com o botão direito do mouse, se abrirá uma aba com novas opções. A última opção é **Copiar pilares para outros pavimentos.** Então se repete o procedimento já dito anteriormente.



Capítulo 3. Lançamento das vigas

As vigas são classificadas como barras e são normalmente retas e horizontais, destinadas a receber ações das lajes, de outras vigas, de paredes de alvenaria, e eventualmente de pilares, entre outros. A função das vigas é basicamente vencer vãos e transmitir as ações nelas atuantes para os apoios, geralmente os pilares. Tendo isso em mente, iniciaremos com o lançamento das vigas baldrame, uma vez que o terreno considerado possui desnível de 1 metro.

3.1 Lançamento das vigas

No projeto, serão adotadas vigas estruturais no pavimento térreo e cobertura, bem como viga baldrame nas fundações. A viga baldrame é uma viga que é usada para conectar sapatas isoladas e distribuir melhor o peso (abaixo do nível do solo). Deve ser utilizada quando as paredes não estão apoiadas em fundações diretas próprias, denominadas de sapatas corridas. Trabalham conjuntamente com fundações isoladas, que lhes fornecem apoio. As vigas baldrames são vigas com as mesmas características das demais vigas estruturais do edifício, devendo receber unicamente um cobrimento de armaduras maior que as demais vigas do edifício, para proteger as armaduras de eventuais agentes agressivos que podem conter nos subsolos.

Para o seu lançamento no Pavimento Térreo:

• Acesse o comando Lançamento – Vigas – Viga 🌈 ;

Na janela que se abre, você deverá colocar as propriedades da viga que será inserida. Por ora, iremos apenas definir a seção da viga. As demais configurações desta janela manteremos igual ao original.

Defina **bw** e **h** da maneira que achar mais conveniente. Lembre-se de consultar as dimensões limites dos elementos estruturais prescritos na NBR 6118, bem como considerar a classe de agressividade ambiental na qual o projeto está inserido, pois este, impacta diretamente no cobrimento das armaduras das vigas externas.

Assim como para os pilares, a linha de comando irá exibir o passo a passo do lançamento das vigas. No caso das vigas, é necessário informar dois pontos do croqui, que definirão as extremidades da viga, e então o lado da seção, que irá definir qual será a face fixa da viga (como ocorre para o vértice fixo dos pilares). Para inserir a viga:

• A linha de comando exibirá Viga - Nó inicial;

- A linha de comando exibirá Viga Próximo nó. Perceba que não é necessário lançar a viga trecho a trecho. O programa identifica automaticamente os pilares intermediários, de modo que a viga lançada já estará conectada a eles, formando uma viga contínua.
- Por fim, a linha de comando exibirá **Viga Informe o lado do eixo**. Caso não queira que a viga fique direcionada para qualquer um dos lados e que mantenha o eixo central, somente clique **Enter**.



Sempre recordando que o lançamento realizado na figura acima é somente um tipo de modelo adotado, sinta –se livre para novas soluções estruturais.

3.2 Enumeração das vigas e pilares

Durante o lançamento, o Eberick enumera os elementos de maneira sequencial. Isto é, as vigas foram numeradas por ordem de lançamento. Como essa numeração não segue uma lógica bem definida, é importante que, de tempos em tempos, os elementos sejam remunerados. Isso garante que eles sigam o padrão de numeração mais comum para projetos de engenharia: da esquerda para a direita, de cima para baixo. Para renumerar as vigas e pilares:

• Acesse o comando **Operações – Outros – Renumerar 1 2 3**;

Na janela que se abre, será possível definir algumas opções de renumera-ção: em Aplicação, você pode definir se a renumeração será feita para um único pavimento ou para o projeto inteiro. No caso de pilares, é sempre necessário renumerar o projeto como um todo. Na coluna **Ativo**, você deve habilitar os elementos que serão renumerados.

Por ora, iremos manter as configurações padrão da janela. Assim:

- Confirme em Ok. A janela Elementos renumerados será exibida, mostrando um relatório relacionando a numeração antiga e atual dos pilares;
- Confirme em Fechar.



3.3 Lançamento das vigas nos outros pavimentos

Como no nosso projeto, a estrutura base se repete nos outros pavimentos, iremos fazer uso da cópia das vigas (como foi feito com os pilares). Assim:

- Acesse a guia Lançamento Vigas Copiar vigas para outros pavimentos
- Selecione todas as vigas (isso pode ser feito por meio de uma seleção individual, clicando em cada viga, ou pode-se selecionar todos por meio de uma janela que abranja todas as vigas);
- Clique **Enter.**
- Selecione os pavimentos que deseja copiar, no nosso caso, todos os pavimentos.
- Clique **Ok.**



Capítulo 4. Análise Pórtico 3D

Para um melhor entendimento do nosso modelo estrutural, faremos inúmeras vezes uso do modelo Pórtico 3D, no qual, tem-se acesso ao projeto de forma tridimensional. Também para uma verificação dos elementos foram de fato copiados, você pode acessar novamente o pórtico 3D da estrutura. Para isso:



- Acesse a guia Estrutura 3D Pórtico 3D 🛱 ;
- Para atualizar o pórtico, clique em 3D Visualização Atualizar
- Para desabilitar o modelo 3D da arquitetura, acesse a guia 3D Configurações – Elementos
- Na janela que se abre, desabilite a opção **Modelo IFC.** Todos os itens dentro deste grupo serão desabilitados simultaneamente;
- Clique em Aplicar e então Fechar;

O modelo arquitetônico será escondido, de modo que será possível visualizar as vigas e pilares do pavimento térreo. Perceba ainda que os pilares estão sendo exibidos entre a fundação e a cobertura, onde foram lançados.



Capítulo 5. Lançamento da fundação

Para o nosso projeto em questão, optamos por utilizar sapatas simples. Que é um elemento de concreto de forma piramidal (retangular) que recebe as cargas dos pilares. Na realidade, as formas que a sapata isolada pode ter em planta são muito variadas, mas a retangular é a mais comum. Como ficam isoladas, essas sapatas são interligadas pelo vigamento de baldrame.

Devemos fazer o lançamento das fundações no pavimento **Fundações**, portanto. Para isso:

- Acesse o croqui do pavimento Fundações;
- Acesse a ferramenta Lançamento Pilares Converter para pilares de fundação ¹;
- A linha de comando exibirá **Converter pilares em fundação** Selecione.
- Selecione todos os pilares do **pavimento Fundações** e confirme a seleção com **Enter**;

Uma janela se abrirá para que você defina as características da fundação que será lançada

Tipoda fundaç OBloco OSapata [OTubulão]	ão] Divisa		
🔿 Estaca isola	da Tipo	retangu	lar 🗠
	Nome	R20	
Dados da funda	ção		
Apoio	Engastado) \	·
Altura barra	Auto 🗸	100	cm
Profundidade (d	df)	100	cm
	nuo (h.a.)	100	000

No contexto do projeto, iremos converter os pilares para sapatas. Assim:

- Em Tipo da fundação, selecione Sapata;
- Em Apoio, selecione a opção Rotulado;
- A Altura da barra deverá ser mantida como Auto;
- • A profundidade **df** deverá ser alterada para **80cm**

Confirme a alteração em **Ok**. Fazendo isso, os pilares deixarão de apresentar a indicação **Nasce**, exibirão uma linha tracejada ao longo do seu contorno e serão marcados como pilares de fundação.

Note que as sapatas ainda não são exibidas no pórtico, apenas seus pilares de arranque. Isso ocorre porque as sapatas ainda não foram dimensionadas. Como as dimensões das sapatas são determinadas apenas durante o seu dimensionamento, o Eberick ainda não possui as informações necessárias para desenhá-las no croqui, de modo que elas não serão exibidas.





Capítulo 6. Processando a estrutura - 1º Rodada

Com o lançamento parcial da estrutura, já é possível processá-la para realizar as primeiras análises. Para processar uma estrutura, deve-se acessar a ferramenta

Estrutura – **Análise** – **Processar** Ao processar um projeto no Eberick, o programa fornece algumas alternativas de processamento

- Acesse a ferramenta Estrutura Análise Processar;
- Na janela que se abre, marque apenas a opção Análise estática linear
- Confirme em **Ok**

nálise Análise estática linear Verificação das etapas construtivas Imensionamento Dimensionamento dos elementos Dimensionar todos os elementos Dimensionar elementos selecionados Dimensionar elementos selecionados Análise dinámica do pórtico Análise dinámica da gretha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas lajes 		Analise da estrutura
Análise estática linear Verificação das etapas construtivas Imensionamento Dimensionamento dos elementos Dimensionar todos os elementos Dimensionar elementos selecionados Dimensionar elementos selecionados Dimensionar elementos selecionados Análise dinámica do pórtico Análise dinámica da grelha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas lajes	Ana	lise
Verificação das etapas construtivas Imensionamento Dimensionamento dos elementos Dimensionar todos os elementos Dimensionar elementos selecionados Dimensionar elementos selecionados Análise dinámica do pórtico Análise dinámica da grelha Verificar pavimentos selecionados Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas lajes 	1	Análise estática linear
Imensionamento Dimensionamento dos elementos Dimensionar todos os elementos Dimensionar elementos selecionados Implicações no estado-limite de serviço Análise dinámica do pórtico Análise dinámica da gretha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas laies		/erificação das etapas construtivas
Dimensionamento dos elementos Dimensionar todos os elementos Dimensionar todos os elementos Dimensionar elementos selecionados Perificações no estado-limite de serviço Análise dinâmica do pórtico Análise dinâmica da gretha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas tajes	Dim	ensionamento
 Dimensionar todos os elementos Dimensionar elementos selecionados derificações no estado-limite de serviço Análise dinâmica do pórtico Análise dinâmica da gretha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas lajes 		Dimensionamento dos elementos
Dimensionar elementos selecionados Interpretativa elementos selecionados Interpretativa elementos Análise dinámica da gretha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Interpretativa das flechas no pórtico Determinação das flechas nas lajes		Dimensionar todos os elementos
letificações no estado-limite de serviço Análise dinâmica do pórtico Análise dinâmica da gretha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas tajes		Dimensional elementos selecionados
Análise dinâmica do pórtico Análise dinâmica da grelha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas laies	Ver	ificações no estado-limite de serviço
Análise dinámica da grelha Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas laies		Análise dinâmica do pórtico
Verificar todos os pavimentos Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas lajes		Análise dinámica da grelha
Verificar pavimentos selecionados Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas laies		Verificar todos os pavimentos
Determinação das flechas no pórtico Determinação das flechas nas laies		Verificar pavimentos selecionados
Determinação das flechas nas laies		Determinação das flechas no pórtico
The second s		Determinação das flechas nas lajes
OK Constant Conference Ainte	Г	OK Conselar Conference Ainte

Para o nosso estudo de caso, escolhemos **Análise estática linear**, que é a opção básica do processamento e seu objetivo é determinar os esforços presentes em cada um dos elementos. Nesse processo, também são determinadas as flechas elásticas dos elementos, de modo que os resultados aqui obtidos permitem uma avaliação prévia do comportamento da estrutura ao ELS (Estado Limite de Serviço).

Isso fará com que o programa inicie o processamento e uma nova janela será aberta. Nessa nova janela, serão exibidas algumas etapas do processo, de modo que, logo no início, pode ser apresentado um erro de processamento na etapa construindo o **modelo estrutural**.

Erros de processamento podem ocorrer por uma série de motivos diferentes, como erros no lançamento, elementos estruturais instáveis, ou efeitos de segunda ordem muito elevados. Neste caso, o programa avisará qual é o erro e deve-se realizar os ajustes necessários na estrutura para processá-la novamente. Caso tenha ocorrido tudo perfeitamente, seguiremos a análise do pórtico unifilar 3D.

1	Construir modelo estrutur	ral				
1	Calcular painéis de lajes					
1	Processar pórtico espac	ial				
3	Dimensionar elementos e	estruturais				
\$	Calcular flechas nas laje	s				
Ð	Obter flechas finais					
náli:	se finalizada com sucesso 100%	ł				

A representação unifilar será mostrada na tela de CAD, juntamente com uma legenda indicando os valores associados à escala de cores do pórtico. Na parte inferior da tela, serão exibidos os controles do pórtico, onde será possível definir como se dará a visualização das informações selecionadas.

- Acesse a ferramenta Estrutura Análise Pórtico Unifilar unifilar;
- Para facilitar a visualização é possível alterar a janela Escala para outras porcentagens (padrão é 100%). Assim como a modificação da multiplicação de proporcionalidade para melhor visualização dos esforços.





Em **ELU – Deslocamentos**, é possível definir qual o tipo de visualização que será exibida: deslocamentos, momentos e outros, como mostrado na imagem.



Agora analisaremos os momentos fletores atuantes na estrutura. Assim:

- Acesse em Modelo ELU Fletores
- Altere a **Escala** para **100%**



Capítulo 7. Processando a estrutura com diferentes configurações de vínculos entre as peças estruturais das vigas, pilares e sapatas

Neste capítulo, iremos processar a estrutura com diferentes configurações, sendo essas configurações referente a vínculos, rótulas, posicionamentos e outros.

7.1. Modificando vínculos do pavimento cobertura

- Acesse o pavimento Cobertura
- Acesse a ferramenta Modelo Vigas Rotular todas;
- Clique em Rotular ambas as extremidades de todas as vigas;

Um símbolo indicando a presença da rótula aparecerá no projeto, conforme indicado na imagem:



- **Processe a estrutura** novamente, como foi feito no capítulo 6.
- Acesse o Pórtico unifilar novamente e compare os resultados obtidos do modelo ELU. Para uma melhor compreensão desse Capítulo, recomenda-se que se tire print screens ou capture a imagens desses tipos de modelos processados, para comparação dos resultados conforme alteração de projeto.



Um novo processamento será realizado para estudo dos **vínculos semirrígidos**, que devem ser considerados através de uma redistribuição na ligação entre uma viga e um pilar, que de forma simplificada significa considerar que uma parcela do momento negativo que ocorre na ligação entre os elementos é redistribuído para o momento positivo da viga¹

- Compare os resultados obtidos com os do final do capítulo 6, quando as **vigas** ainda estavam todas **engastadas**.
- Agora faremos a análise com vigas de vínculos semirrígidos;
- Acesse a ferramenta Modelo Vigas Aplicar vínculos;
- Altere todos Vínculos para semirrígidos;
- Ao lançar, selecione o Pavimento inteiro e escolher Pavimento Cobertura



¹ Link suporte AltoQi:

https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001285093-Comparativo-entre-vincula%C3%A7%C3 %B5es-de-vigas

A simbologia de vinculação semirrígida será apresentada no projeto, conforme a imagem:



 Mais uma vez, depois de alterado os vínculos da estrutura do pavimento Cobertura, processe a estrutura novamente, acesse o Pórtico Unifilar e faça as comparações com os tipos de Modelo ELU já realizados.



O tipo de análises que foi utilizado, é chamado de Estado Limite Último - ELU (basicamente obtenção de esforços solicitantes e verificação da estabilidade global). O ELU está relacionado ao estado no qual a estrutura já não pode ser utilizada por razão do esgotamento da capacidade resistente e risco à segurança. Nesse caso, quando a estrutura está submetida ao estado limite último, são necessários reparos ou até mesmo a substituição da estrutura para que a segurança seja assegurada.

7.2. Modificando posicionamento das sapatas

Para efeito de análise, foi feito também uma comparação com o diferente posicionamento de sapatas. Para isso:

- Acesse o **Pórtico 3D**.
- Clique em alguma **sapata** do desenho
- Modifique a **excentricidade** da **sapata** para outra configuração. Escolha o que achar mais conveniente para o projeto

Canala Canala		- Г °		
i ipo Sabara	×	Elevaçai	•	
/inculo Engastado	o ~	Cons	iderar estacas	no modelo
Sapata				
_ado B	100.00	cm		
_ado H	100.00	cm		
Altura maior (H1)	45.00	cm		
🗹 Usar colarinho				
Altura menor (H0)	30.00	cm		
LB Colarinho	14.00	cm		
LH Colarinho	26.00	cm		
Excentricidades				
		•		
🗌 Manual				
Manual B 0.00 cm		-		

Para o nosso projeto, foi escolhido a configuração a seguir:



 Repita o procedimento executado no tópico 7.1 e aguarde os resultados do modelo – ELU.

Para a continuação desse projeto, retorne os pilares de fundação para a configuração inicial.

Capítulo 8. Lançamento das lajes

O Eberick fornece alguns tipos diferentes de lajes que poderão ser inseridas no projeto, como pré-moldadas e maciças. A escolha de um tipo ou outro de laje depende de uma série de fatores que variam de acordo com a edificação que será projetada. No contexto do curso, cabe a você fazer uma análise e decidir o tipo de laje que será utilizado. O mercado de construção oferece uma série de soluções diferentes para a realização de lajes. Cada modelo tem suas especificações oferecendo vantagens que podem ser de maior ou menor importância a depender do projeto.

8.1. Lançamento na Cobertura

Para inserir uma laje no Eberick, é necessário que haja um contorno dentro do qual ela será definida. Esse contorno pode ser feito associando vigas, pilares e barras no caso de lajes em balanço. Para isso:

- Acesse a guia Pavimentos Cobertura;
- Acesse a guia Lançamento Laje 🥔 ;

Então abrirá a janela com as opções de configuração das lajes que então serão lançadas.

Nome	Tipo	Pré-moldada	3	~	Grelha	
Ambiente		Externo	o ~			
Cargas						
Grupo	Ner	Nenhum			~	
Acidental	Acidental 50		Revestimento 144		kgf/m²	
Extra	0	kgf/m²	Editar	Remov	ne	
Temperatura e retração		°C	Editar	Remov	Remover	
Vigota prote	endida					
Tipo	Vigota pro	tendida com b	loco cerâmico		×	
Arranjo	Simples	~	Altura		-	
Enchiment	0					
Tipo	EPS Unidirecional \sim					
Dimensão	B16/40/4	B16/40/49 ~				
Seção						
Espessura	21	cm	Elevação	0] cm	
ec 5	cm					
	cm				ec	
ee 16		1111111 10			ee	
ee 16 enx 12	cm					
ee 16 enx 12 eny 8	cm cm					

Defina as **lajes** da maneira que achar mais conveniente, para o nosso caso, definimos 2 lajes pré–moldadas e 1 laje maciça. Para as **cargas**, selecione o grupo pré configurado **021 – Coberturas – Com acesso para manutenção ou inspeção**.



- Processe 🥙 a estrutura;
- Acesse o Pórtico 3D;



- 8.2. Análises do pórtico unifilar após o lançamento das lajes de cobertura Para facilitar a visualização das lajes nos modelos ELU, faça:
 - Acesse a guia Estrutura Configurações Projeto Análise;
 - Altere o Processo para Modelo integrado;

Processo	
🔘 Grelhas + pórtico espacial	
Modelo integrado	

Agora acesse o **Pórtico unifilar.** Realize o mesmo procedimento do tópico 7.1.



8.3. Lançamento nos outros pavimentos

- Acesse a guia Pavimentos Pavimento Térreo;
- Acesse a guia Lançamento Laje 🥔 ;

Defina as lajes deste pavimento da maneira que achar mais adequada, é interessante a escolha de lajes diferentes do pavimento anterior, para notar as diferenças ocorridas no pórtico unifilar. Para este caso, foram selecionadas 2 lajes treliçadas 1D e 1 laje nervurada. Para as **cargas**, selecione o grupo pré configurado **012 - Residencial - Sala.**

Após finalizado esse lançamento, **processe** \gtrless a estrutura novamente e acesse o **pórtico unifilar**.



Finalizado essa etapa, é importante perceber que o Eberick fornece ao projetista algumas opções de lajes diferentes. A escolha entre uma ou outra fica a critério do projetista, que deverá levar em consideração fatores limitantes, como vãos e arquitetura. Neste sentido, é importante que entenda como o programa considera cada uma das lajes e como se diferenciam entre si.²

Ao realizar uma análise sobre os **Pórticos Unifilar**, pode-se entender melhor como cada laje irá se comportar sobre os efeitos de carga. Ao finalizar o seu lançamento, você deve ser capaz de decidir se cada laje irá ser capaz de suportar tais cargas inseridas. Qual o nível de deslocamentos, dos cortantes, dos torsores, dos fletores e dos axiais sobre suas lajes serão informações primordiais para as suas escolhas.

² Link suporte

AltoQi:https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360041316053-Como-escolher-o-tipo-de-laje-par a-o-meu-projeto-estrutural-
Capítulo 9. Inserindo cargas

O comportamento de uma estrutura não é definido apenas pelo posicionamento dos seus pilares, mas também pela maneira como os carregamentos estão distribuídos em sua superfície. Desta maneira, para que o modelo inserido no Eberick seja representativo da estrutura que será construída, é bastante importante que os carregamentos sejam atribuídos de maneira correta. Isso deve ser observado de duas maneiras distintas no projeto: os valores definidos para as cargas devem estar de acordo com o tipo de utilização do ambiente e o procedimento de inserção da carga deve respeitar suas características físicas.

9.1. Lançamento das cargas de vigas

Para iniciar o inserção das cargas:

- Acesse o croqui do Pavimento Térreo;
- Dê um clique duplo na viga V1;
- Acesse em Cargas no trecho Lançar

Dados	da viga	1		10			
Nome		V1					
Ambier	nte	Externo	5	~			Modelo
Seção	do trec	ho					
Tipo	retang	jular		~		Ť٢	_
bw [14	ŧ]	cm h	30		cm		
						hI I	
bf 0	er eleva	cm hf ação para	0 viga i	nvertid	cm a		bw *
bf 0 Obt Ele ∑Mar	er eleva :vação nter seç	cm hf ação para ão consta	0 viga i 0 inte na	nvertid nvertid a viga	cm a cm	ļ	bw *
bf 0 □ Obt Ele ☑ Mar Carga:	er eleva svação hter seç s no trec	cm hf ação para ão consta cho	0 viga i 0 inte na	nvertid overtid a viga	cm a cm	ļ *	bw *
bf 0 □ Obt Ele ☑ Mar Carga	er eleva evação nter seç s no treo de pareo	cm hf ação para ão consta cho de 0.00 k	0 viga i 0 inte na kgf/m	nvertid a viga	cm a cm Lançar	, *	bw *
bf 0 Dbt Ele Carga Carga Carga	er eleva evação nter seç s no treo de pareo extra	cm hf ação para ão consta cho de 0.00 k	0 viga i 0 Inte na (gf/m	nvertid a viga kgf/m	cm a cm Lançar Editar.	···	bw *

- Em **Grupo** selecione a carga mais adequada para o seu tipo de viga
- Confirme em **Ok**

No nosso projeto em questão, utilizamos o concreto vazado de 14 cm. Escolha o grupo da forma que achar mais adequado para o seu projeto, lembrando que a

dimensão seria ideal se coincidisse com a dimensão da largura da viga, a fim de evitar saliências aparentes nas paredes.

Dimens	oes				
Grupo	33 - BI. ·	vedação	concreto vaza	ido 14 🗸	
Altura	290	cm	Espessura	14	cm
Carga	406.00	kgf/m	Peso	1000.00	kgf/m³
				Inserir	
				Inserir	
				Editar	
				Excluir	

Para definir o carregamento das demais vigas, é possível seguir o mesmo procedimento, atribuindo um grupo de cargas para cada uma delas. Contudo, isso é um pouco trabalhoso, de modo que pode ser interessante usar a ferramenta "Copiar dados". Essa ferramenta permite que propriedades definidas para um determinado elemento estrutural sejam copiadas para outros elementos do mesmo tipo. Para isso:

- Acesse a guia Lançamento Outros Copiar dados
- Selecione a viga V1



A janela **Copiar dados** será aberta. Nela, você poderá definir quais as propriedades que deseja copiar para outras **vigas**. Por ora, a única alteração que queremos repassar para as demais vigas é **Carga de parede**. Assim:

- A linha de comando exibirá **Copiar dados Selecione elementos ou <Enter para a lista>**. Selecione todas as vigas do pavimento.
- A linha de comando exibirá **Copiar elementos Elementos destino**. Confirme com **Enter**.

Feito isso, o grupo de carga **33 - BI. vedação concreto vazado 14** será atribuído para todas as vigas do pavimento, o que pode ser verificado com um duplo clique sobre qualquer uma das vigas.



Após finalizado esse lançamento das cargas, **processe** a estrutura novamente e acesse o **pórtico unifilar**.



O **Pórtico Unifilar** é uma das ferramentas de análise mais importantes do Eberick. Através dele, é possível analisar o comportamento de uma estrutura, identificando possíveis problemas de lançamento ou concepção. No nosso caso, esta comparação está sendo realizada com o modelo integrado, ou seja, de forma global para toda a estrutura atuando em conjunto.

Através da janela do **Pórtico Unifilar ELU - Deslocamentos** é possível entender os resultados das cargas na estrutura. Antes de realizar o dimensionamento, é possível já prever possíveis estruturas instáveis, que são ilustradas com a cor vermelha na figura, por exemplo. Entender onde estão os deslocamentos excessivos e saber como alterar a estrutura fazem parte do trabalho do projetista.

Capítulo 10. Processando a estrutura com diferentes configurações de vínculos entre as peças estruturais das lajes.

Neste capítulo, vamos processar a estrutura com diferentes configurações, sendo essas configurações referente a vínculos, rótulas, posicionamentos, carregamentos e outros.

10.1. Modificando vínculos do pavimento cobertura

• Acesse o pavimento **Cobertura**

Note que ao redor das **lajes** está pontilhado em verde, essa sinalização significa que a laje está **rotulada**.



- Acesse a guia Modelo Engastar Engastar em viga
- Selecione a laje que deseja
- Agora selecione a **viga** em que deseja **engastar**



No caso acima, a laje L1 foi engastada com as vigas ao redor (V1, V3, V8 E V9). Agora aparece uma sinalização de duas linhas cheias verdes entre a laje e as

vigas. Após finalizado esse lançamento das cargas, **processe** 2 a estrutura novamente.



Dependendo do tipo de laje e da configuração na qual está inserida, ao processar a estrutura pode ocorrer erro no processamento, por isso faz-se necessária a análise com cuidado do tipo de vínculo que será utilizado para cada situação de projeto.

Capítulo 11. Análise prévia dos resultados obtidos do processamento

Ao processar a estrutura, sempre no final desse processo são gerados resultados. Tais resultados são de suma importância para a análise estrutural do projeto. Para isso:

- Processe a **estrutura** 💸
- Clique em Resultados

esultados	
Cargas verticais:	~
Peso próprio = 30.68 tf	
Adicional = 37.81 tf	
Acidental = 6.53 tf	
Total = 75.02 tf	
Area aproximada = 81.68 m ²	
Relação = 918.44 kgf/m ²	
Deslocamento horizontal:	
X+ = 0.00 cm (limite 0.28)	
X- = 0.00 cm (limite 0.28)	
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28)	
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28)	
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção X = 1.02 (limite 1.40)	não foram verificados
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10)	não foram verificados
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2ª ordem:	<u>não foram verificados</u>
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2ª ordem: Processo P-Delta	<u>não foram verificados</u>
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2º ordem: Processo P-Delta Deslocamentos no topo da edificação:	<u>não foram verificados</u>
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2º ordem: Processo P-Delta Deslocamentos no topo da edificação: Vento X+: 0.14 »» 0.15 (+2.60%)	<u>não foram verificados</u>
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2° ordem: Processo P-Delta Deslocamentos no topo da edificação: Vento X+: 0.14 »» 0.15 (+2.60%) Vento X-: 0.14 »» 0.15 (+2.60%) Vento X-: 0.014 »» 0.15 (+2.60%)	<u>não foram verificados</u>
X- = 0.00 cm (limite 0.28) Y+ = 0.00 cm (limite 0.28) Y- = 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2° ordem: Processo P-Delta Deslocamentos no topo da edificação: Vento X+: 0.14 »» 0.15 (+2.60%) Vento X-: 0.14 »» 0.15 (+2.60%) Vento Y+: 0.05 »» 0.05 (+1.21%) Vento Y: 0.05 » 0.05 (+1.21%)	<u>não foram verificados</u>
X = 0.00 cm (limite 0.28) Y + 0.00 cm (limite 0.28) Y - 0.00 cm (limite 0.28) AVISO: Os deslocamentos horizontais Coeficiente Gama-Z: Direção X = 1.02 (limite 1.10) Direção Y = 1.01 (limite 1.10) Análise de 2° ordem: Processo P-Delta Deslocamentos no topo da edificação: Vento X +: 0.14 »» 0.15 (+2.60%) Vento X -: 0.14 »» 0.15 (+2.60%) Vento Y +: 0.05 »» 0.05 (+1.21%) Vento Y -: 0.05 »» 0.05 (+1.21%) Vento Y -: 0.02 »» 0.02 (+1.21%)	<u>não foram verificados</u>

Nesta janela, serão reunidas algumas informações preliminares que podem ser utilizadas para verificações. Em **Cargas Verticais**, será apresentado um resumo de todas as cargas verticais aplicadas na estrutura, separadas por tipo de ação. Além disso, o item **Relação** mostrará a relação carga por área da estrutura. Esta seção é bastante importante no sentido de identificar valores muito discrepantes de carga.

Em **Deslocamentos horizontais**, serão apresentados os deslocamentos horizontais máximos da estrutura nas direções X e Y, comparando-os com os limites estabelecidos na tabela 13.3 da NBR 6118.

Em seguida, o item Gama-Z reúne os valores críticos do coeficiente gama-Z calculados para as duas dimensões da estrutura. O processo de cálculo do gama-Z pelo Eberick é explicado em detalhe no artigo "Como é calculado o coeficiente **gama-Z**"³. Por fim, em Análise de 2ª ordem, o programa apresentará os resultados do processo P-Delta, que também mede a susceptibilidade da estrutura a efeitos de segunda ordem. O procedimento detalhado é explicado em "Como é calculado o coeficiente **p-Delta**"⁴. Além disso, através das análises de 2ª ordem são obtidos também os valores de **Desaprumo** e **Vento**.

Uma vez com a estrutura processada, é interessante que façamos uma análise geral do seu comportamento, antes mesmo de iniciar o dimensionamento dos elementos. Isso nos permite identificar pontos críticos não observados anteriormente no pré-lançamento. Locais que apresentam deslocamentos e esforços muito elevados, por exemplo, podem ser um indício de que é necessária uma concepção mais robusta, ou mesmo diferente.⁵

³ Link suporte AltoQi:

https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001155793-Como-%C3%A9-calculado-o-coeficiente-Gama-Z-

⁴ Link suporte AltoQi

https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001189434-Como-%C3%A9-calculado-o-coeficiente-p-Delta-

⁵ Link suporte AltoQi

https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001189634-Como-enrijecer-uma-estrutura-desloc%C 3%A1vel-

Capítulo 12. Dimensionamentos

Agora que já temos a concepção da estrutura bem definida, podemos passar para a etapa de dimensionamento dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes).

Na aba **Estrutura**:

• Dimensionamento - Dimensionar elementos

foldados in loco	Pré-moldado	os								Todos
Pavimento	Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Reservatórios	Muros	Alvenaria		Monhun
obertura		V		2				V	~	Mennu
avimento		V	V	V	V		V	V		
undaç00F5es	V	N	V	N	V		V	V		
							9			
				-						
										OK
										Cancel
				0		<u></u>				
									~	Aiuda

- Caso algum elemento não esteja selecionado, clique em **Todos**
- Clique em **Ok**
- Aguarde o cálculo

Caso a sua estrutura apresente algum erro, abrirá uma janela de Elementos com erro de dimensionamento



Clicando sobre cada um dos erros especificamente, você será redirecionado para uma página de suporte da AltoQi, de modo que serão abordados os critérios e principais soluções para os teus erros.

O dimensionamento dos elementos no Eberick pode ser acessado por meio das janelas de dimensionamento. Cada janela exibe os elementos do pavimento aberto na tela, de modo que, para acessar o dimensionamento dos elementos do **Pavimento Térreo**, por exemplo, será necessário abrir o **croqui do Pavimento Térreo**. Assim:

Nome	Peso Próprio (kgf/m²)	Acidental (kgf/m²)	Revestim. (kgf/m²)	Localizadas (kgf/m²)	Extra (kgf/m²)	Carga Total (kgf/m ²)
L1	275.00	100.00	181.50	0.00	0.00	556.50
L2	219.77	100.00	181.50	0.00	0.00	501.27
L3	219.77	100.00	181.50	0.00	0.00	501.27
			2			
	• 🐣 🕒 🦉 🛏 📧 🛙	j Carga ∫ Seção ∫ Positivo	∫ <u>Am. Superior ∫</u> Regiões ∫	Momentos positivos		-ii
	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	ji [<u>Carga / Seção / Pontivo</u>	/ <u>Am. Superior / Regiões</u> /	Momentos positivos Mdx = 936.66 kg m/m = 8.0 c / 200 cm Mdy = 308.3 kg m/m As.cale = 1.11 cm/m = 5.0 c/ 170 cm Momentos / 20 kg m/m Ats.cale = 0.00 cm/m		

• Acesse a janela Estrutura - Dimensionamento – Lajes *<*

• Acesse o croqui do **Pavimento Térreo**

Na tabela da janela, serão mostrados vários tipos de dados, sendo possível selecionar entre várias tabelas distintas, que podem ser acessadas selecionando as guias:

Em **Carga**, você terá acesso aos valores dos carregamentos uniformes distribuídos nas lajes. Em **Seção**, aos dados da seção da laje. Já em **Positivo**, serão exibidos os valores de momentos positivos máximos em cada direção e correspondentes armaduras da face inferior. Essa armadura também rege o detalhamento inicial das armaduras das regiões superiores. Além disso, indica se existem lajes em situação de balanço. Em **Continuidade**, você poderá visualizar a distribuição dos momentos negativos nas lajes, bem como as armaduras dimensionadas para este esforço. Em **Regiões**: controla as armaduras das regiões de armadura positiva e negativa. Permite escolher armaduras diferentes para faixas da armadura inferior (positiva) e para cada região de armadura superior.

Na parte inferior da janela, há uma Área de CAD que contém um desenho da laje selecionada na tabela. Dependendo de qual for a aba selecionada, a área de CAD dá acesso a diferentes informações. Ao lado, uma caixa de texto mostra os valores dos momentos fletores e suas armaduras calculadas e escolhidas, segundo a laje, continuidade ou região corrente.

No canto inferior direito da tabela, tem-se acesso ao croqui do pavimento ou da laje que, além de indicar em vermelho os trechos com problemas, é sensível ao contexto e à seleção. Ou seja, permite que, ao clicar sobre uma laje, continuidade ou região, esta seja selecionada e passe a ser o elemento corrente na tabela. Com o dimensionamento das lajes finalizadas, podemos partir ao dimensionamento das vigas.

Nome	\square		Peso Próprio (kgf/m)	Linear (kgf/m)	Reação Perm. (kgf/m)	Reação Acid. (kgf/m)	Carga Mín. (kgf/m)	Carga Máx. (kgf/m)	
1 V1	^	1	105.00	429.20	0.00	0.00	534.20	534.20	^
2 V2		2							
3 V3		3							
4 V4		4							
5 V5		5							
6 V6		6							
7 V7		7							
8 V8		8							
9 V9		9							
10 V10	v	10							×
534.20			CARREGAM	ENTO [kgf/m;cm]	VIGA: V1	534.20		·	
				300.2					
P1						P2	0		

• Acesse a janela Estrutura - Dimensionamento – Vigas 🖉

Na janela que se abre, o Eberick irá reunir algumas informações sobre as **vigas** do projeto. O primeiro painel da janela de dimensionamento é composto

pela **tabela de dimensionamento** dos elementos, onde é possível selecionar o elemento e visualizar suas principais características. Qualquer modificação feita nas dimensões dos elementos na janela de dimensionamento é alterada imediatamente em suas representações CAD (croqui, Pórtico 3D e Armaduras 3D).

O segundo painel apresenta diagramas do elemento selecionado, controlados pelos botões no painel. Em alguns casos, também apresenta uma área de mensagem, onde são exibidas informações relativas ao elemento selecionado e ao diagrama atual. O terceiro painel apresenta o croqui do pavimento em uma área de CAD com recursos que visam facilitar a operação sobre os elementos da janela. Neste croqui, está em destaque o elemento selecionado na tabela de dimensionamento, e é possível selecionar o elemento a ser dimensionado, bastando para isso clicar sobre o elemento nesta área de CAD. O elemento é automaticamente selecionado na tabela do primeiro painel. Agora, repita o mesmo procedimento realizado, só que selecionando os **pilares**.

	Nome	Seção		b (cm)	h (cm)	b1 (cm)	h1 (cm)	Abertura (°)	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
1	P1	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00 🔨
2 F	2	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
3 F	23	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
4 F	94	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
5 F	95	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
6 F	P6	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
7 F	97	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
8 F	-8	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
9 F	9	retangular	-	14.00	26.00	0.00	0.00	90.00	200.00	0.00	100.00
10											~
							c t	Erro D01 - Elemento	năo		

• Acesse a janela Estrutura - Dimensionamento – Pilares 🗍 .

• Clique na aba **Calcular todos** <u>.</u>

Agora todos os pilares foram dimensionados (caso ainda não tenham sido), de tal forma que agora em **Situação do pilar**, não aparece mais o Erro D01.



Finalizada essa etapa do dimensionamento, após resolver todos os erros encontrados no seu projeto, vamos utilizar uma ferramenta de visualização diferente. Para isso:

- Na aba Estrutura 3D Armaduras 3D
- Clique em **OK**



Qualquer erro de dimensionamento que ainda não foi corrigido, será apresentado em vermelho na imagem das **Armaduras 3D**. Como é o caso dessa viga central na figura.

Esse recurso visual é de suma importância para o entendimento das armaduras na estrutura como um todo. Aproximando-se de cada viga, pilar ou laje é possível compreender como a armadura está posicionada e obter entendimento estrutural.



As imagens da **Armadura 3D** e do **Pórtico Unifilar** dos **ELU - Fletores** possuem grande ligação, afinal a colocação das armaduras tem relação direta dos momentos fletores e outros esforços que ocorrem na estrutura. Lembrando de realizar um print screen da sua estrutura já dimensionada, para uma comparação futura com as diferentes concepções estruturais. Com isso, finalizamos o dimensionamento dos elementos do projeto, sendo que devemos agora nos direcionar aos resultados obtidos.









A ocorrência de armaduras positivas e/ou negativas estão relacionadas à ocorrência de momento fletor na estrutura. As armaduras positivas visam combater os esforços de momentos positivos, enquanto que as armaduras negativas, absorvem os momentos negativos da estrutura. A armadura negativa não ocorre em toda a extensão da laje, ocorrendo apenas nas regiões onde há esforço de momento negativo, como nas regiões sobre as vigas, na passagem de uma laje para outra, conforme podemos identificar nas figuras a seguir:



Fonte: http://www.ibts.org.br/pdfs/lajes.pdf



Obs.:A etapa de dimensionamento foi realizada neste minicurso com o intuito de corrigir os erros de lançamento da estrutura, portanto, não é o foco principal deste trabalho aprofundar no dimensionamento dos elementos estruturais.

Capítulo 13. Detalhamentos

13.1 Planta de fôrmas

A planta de forma pode ser acessada por meio da janela da edificação, sendo que cada pavimento irá possuir sua própria planta de forma. Para acessá-la:

• Dê um duplo clique sobre a planta de fôrma que deseja abrir;

A planta de fôrma deve ser atualizada manualmente, de modo que se o desenho mostrado não corresponder ao lançado, basta:

• Acesse a guia Estrutura – Detalhamento – Atualizar 🥸



• Na janela que se abre defina se você deseja salvar a fôrma antiga

Perceba que foi gerada uma planta do pavimento que você se encontrava, ou seja, existe uma planta de fôrmas para cada pavimento.

A Planta de Formas é uma das plantas do Projeto de Fundação e do Projeto Estrutural, usada para identificar e posicionar as vigas, pilares, lajes, sapatas, blocos e demais elementos importantes para os projetos. As formas são elementos de madeira, aço ou pvc, que permitem a moldagem dos elementos de concreto armado.

13.2 Planta de locação

Para gerar a planta de locação do projeto:

• Acessar a guia Estrutura – Detalhamento – Locação



A planta será gerada indicando a localização das fundações do projeto. São representadas todas as informações e elementos necessários para se situar a edificação dentro do terreno.

Caso algum erro de dimensionamento não esteja resolvido, aparecerá um aviso na tela e o programa será incapaz de inseri-lo na planta mostrada.

13.3 Pranchas finais

Em um projeto é importante que se possa gerar vários tipos de detalhamento ao mesmo tempo, caracterizando as pranchas. Para isso:

- Acesse a guia Estrutura Detalhamento Pranchas;
- Na janela que se abre, defina quais detalhamentos serão gerados;
- Selecione **Todos**
- Caso deseja alterar configurações da prancha em si, selecione no canto esquerdo

Formato	Prancha	~	
---------	---------	---	--

• Confirme em Ok;

Pode ocorrer de o Eberick abrir uma janela de avisos, caso fosse encontrado algum tipo de inconsistência, para que seja revisado.

🖺 Montagem das Pranchas-Moldados in loco	1 <u>111</u>	
Elemento(s) com problema(s):		3
□ □ ✓ ✓ □ ✓ ✓ ✓ □		

Fechando a janela de avisos, nota-se que existem duas janelas novas



A **Pranchas - Formas** está relacionada com a layout final do seu projeto, com toda a paginação inclusa.

Verifique no canto inferior esquerdo que podem ter sido formadas mais de uma única prancha, isso por conta da paginação efetuada. Caso isso aconteça, acesse a outra prancha também.

Prancha #1	Prancha #2	

Na outra janela que foi criada, **Pranchas-Moldadas in loco**, é possível ter acesso ao detalhamento de armação de cada sapata, viga, pilar e laje presentes no seu projeto. Perceba também que existem provavelmente mais de uma prancha criada.



Capítulo 14. Resultados

Para que o projetista possa avaliar o custo total ou de elementos específicos da estrutura, ou até mesmo realizar uma análise comparativa de custos entre diferentes modelos estruturais, o Eberick apresenta o resumo de custos do projeto, com os valores de aço, concreto, forma, lajes pré-fabricadas e blocos de enchimento.

Após realizar o dimensionamento da estrutura, será possível gerar o resumo de custos parcial ou total da edificação. Para isso:

- Acesse a guia Estrutura Planilhas Resumo de materiais;
- Na janela que se abre, defina quais detalhamentos serão gerados;
- Selecione **Todos**

Nessa janela, será possível selecionar de quais pavimentos serão extraídos **resumo de custos da estrutura** e com quais itens o relatório será composto, dispondo das seguintes opções: aço, concreto, forma, lajes pré-fabricadas e blocos de enchimento.

Ao clicar em "OK", o programa exibe um relatório com a tabela de **resumo de custo da estrutura**, contendo os itens selecionados anteriormente. Para cada elemento selecionado, é apresentado o custo de cada componente individual (forma, aço, concreto, etc) e total, separado por pavimentos. Ao final da tabela, é apresentado o custo total do projeto, como é possível visualizar na imagem abaixo:

1			0.00	RA		- 14	
Tiese			OB	NA			
Típo							
Titulo							
Endereço							
Cliente							
0		Province	de Réstautet	(Bdaldadar)			
		Kesumo	de Material	s (iviolados	in Loco)		
100		Descore	and a strength of the strength				_
		Kesumo	por elemen	ito e por pavi	imento		
L	Pavimento	Elemento	Peso do aço	Yolume de concreto	Área de forma	Consumo de	Peso treliças
2		Vigas	116,2	1,0	20,0	116,2	0,0
3		Pilares	94,7	0,9	19,4	105,2	0,0
4		Lajes	69,3	2,6	18,3	26,7	0,0
5	Cabustina	Escadas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Cobertura	Fundações	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7		Reservatórios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3		Muros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9		Total	280,2	4,5	57,7	62,3	0,0
)		Vigas	108,8	1,1	20,7	38,3	0,0
1		Pilares	77,5	0,7	14,4	110,7	0,0
2		Lajes	63,0	2,8	18,3	22,5	0,0
3	Denie sete Tánice	Escadas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Pavimento Terreo	Fundações	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5		Reservatórios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5		Muros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7		Total	249,3	4,6	53,4	54,2	0,0
3		Vigas	103,2	1,0	20,0	103,2	0,0
3		Pilares	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

114		Pilares	601,75	257,25	1.876,61	0,00	0,00	2.735,61
115		Pilares PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
116	Pavimento	Lajes	569,47	1.103,12	2.157,51	1.040,98	646,80	5.517,88
117	Térreo	Escadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
118		Fundações	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
119		Reservatórios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
120		Muros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
121		Total	2.121,93	1.785,91	6.154,72	1.040,98	646,80	11.750,34
122		Vigas	898,08	406,71	2.050,28	0,00	0,00	3.355,07
123		Vigas PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
124		Pilares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
125		Pilares PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
126	5 - do - 0055	Lajes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
127	rundaçoorses	Escadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
128		Fundações	1.661,48	1.827,85	1.854,32	0,00	0,00	5.343,65
129		Reservatórios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
130		Muros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
131		Total	2.559,56	2.234,56	3.904,60	0,00	0,00	8.698.72
132	Custo total do p	rojeto	124	111.035	111.32	- 19 - 19		33.010,51
133								
134	.d).		AltoOi Teo	nologia apli	icada à enge	enharia.		

Sendo a densidade do aço de 7,86g/cm³ e a do concreto por volta de 2400kg/m³, o Eberick faz um cálculo atualizado do futuro valor da estrutura. Importante ressaltar como as escolhas estruturais interferem nesse valor, por isso:

- Verificar a dimensão das todos os componentes estruturais
- Verificar como foi feita a armação desses componentes
- Para as lajes, verificar a necessidade de formas para sua execução, fato que encarece a obra também;
- Para as vigas, o ideal seria atender ao Estado Limite Último como o menor custo, como o exemplo abaixo⁶

	Seção	Custo de	e aço (RS)	Custo de c	oncreto (RS)	Custo de f	forma (R\$)	Custo total	1
See Te	(cm)	Material	Execução	Material	Execução	Material	Execução	(RS)	
Seçao	14 x 40	400.93	319.15	237.89	242.10	772.12	782.12	2754.31	1
otima	14 x 45	364.71	289.85	267.63	272.36	854.26	865.32	2914.13	N
	14 x 50	338.23	269.77	297.36	302.62	936.40	948.53	3092.91	
	14 x 55	384.36	305.77	327.10	332.89	1018.54	1031.73	3400.38	
	14 x 60	593.92	467.12	356.84	363.15	1100.68	1114.93	3996.64	
	15 x 40	401.68	319.59	254.88	259.39	780.33	790.44	2806.31	-14,60%
	15 x 45	366.79	291.39	286.74	291.82	862.47	873.64	2972.84	/
Seçao	15 x 50	378.25	302.26	318.60	324.24	944.61	956.85	3224.81	
Inicial	15 x 55	391.82	311.19	350.46	356.66	1026.75	1040.05	3476.94	
	15 x 60	602.35	473.29	382.32	389.09	1108.89	1123.25	4079.20	

A idealização e concepção de um projeto estrutural otimizado e eficiente deve atender basicamente aos requisitos arquitetônicos, funcionais e de segurança de forma econômica.

⁶ Link suporte AltoQi

http://faq.altoqi.com.br/content/269/1802/pt-br/como-utilizar-o-recurso-de-otimiza%C3%A7%C3%A3o-da-se%C3%A7%C3%A3o-das-vigas.html

Capítulo 15. Interoperabilidade BIM

A fim de darmos prosseguimento ao nosso curso, transformaremos o nosso arquivo em um modelo ".IFC", para isso:

• Acesse em Colaboração - Interoperabilidade BIM - Exportar Modelo 3D

Formato	O Q3D
Exportar	
Edificação completa Pavimentos selecionados	Cobertura Pavimento Térreo Fundaç00F5es
Opções de exportação	

- Configurar conforme a imagem acima
- Salvar em uma pasta adequada

Capítulo 16. Lançamento do pré-moldado

Acesse:

- Novo Nova Edificação com Modelo Externo selecione o arquivo "IFC"
- Repita os mesmos passos realizados no capítulo 1, desde a vinculação até a modificação dos desenhos conforme o capítulo 1.4 ("Passo 3 – Gerar as plantas baixas do modelo")

16.1 Inserção dos eixos

Para facilitar o lançamento, primeiramente iremos inserir eixos no desenho. Para isso repita o procedimento do capítulo 2.1 ("Lançamento dos eixos de locação")



Relembrando que a colocação desses eixos tem o objetivo de facilitar o lançamento dos elementos estruturais, então ajuste da maneira que achar mais conveniente.

16.2 Lançamento dos pilares pré-moldados

O procedimento é idêntico ao realizado nos pilares convencionais de concreto armado, só que para a nossa análise atual, escolhemos o **pré-moldado**. Para isso:

• Acesse a guia Lançamento – Pilares – Pilar pré - moldado

cm h	20	cm			
ação	0	0	145-5-5 A5-516		
-	0	_] cm			
	<u> </u>	_ cm			
ão consta	nte na pru	imada		:	
insolo 2	Consolo 3	B Cons	olo 4		
Nenhum	~				
20	cm			1	
20	cm				45
40	cm		dc	의 뷰	K
20	cm		<u>↓ bc</u>	, [™] 3	* **
0	cm	5	Obter lar	gura da vi	ga
centro	1		Obter alt	ura da vig	а
			1125-222-25 M M M		
	cm h ação ăo consta nsolo 2 Nenhum 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	cm h 20 ação 0 0 ação constante na pru nsolo 2 Consolo 3 Nenhum ~ 20 cm 20 cm 20 cm 20 cm 20 cm 20 cm	cm h 20 cm ação 0 o 0 cm ăo constante na prumada nsolo 2 Consolo 3 Cons Nenhum ~ 20 cm 20 cm 20 cm 20 cm 20 cm 20 cm	cm h 20 cm ação 0 o 0 cm ăo constante na prumada nsolo 2 Consolo 3 Consolo 4 Nenhum ~ 20 cm 20 cm 40 cm 20 cm 0 cm 0 cm 0 Obter lar centro Obter ali	cm h 20 cm ação 0 0 cm šo constante na prumada nsolo 2 Consolo 3 Consolo 4 Nenhum V 20 cm 20 c

Seguiremos essa configuração pré estabelecida pelo próprio Eberick. Agora selecione todos os pilares lançados e copie para os outros pavimentos.

16.3 Lançamento das vigas pré-moldados

Finalizada essa etapa de lançamento, agora iremos iniciar com as **vigas pré-moldadas.**Para isso:

• Acesse o comando Lançamento – Vigas – Viga pré-moldada 😴 ;

Dados da vig	ja				
Nome	V1				Modelo
Seção (1º est	tágio)				
bw 15	cm ł	40	ci	m *=	_
🗌 Obter elev	/ação da:	s lajes			
Elevaçã	ăο	0	ci	m h	
				↓ ↓	
				-	bw [*]
Apoios					
Apoio inicial	Dente G	erber	~		
Altura do	o recorte	20.5	cm	🗌 Fixar	
Apoio final	Dente G	erber	~		
Altura do	o recorte	20.5	cm	🗌 Fixar	
	echo				
Cargas no tre		kat/m		Lançar	Remover
Cargas no tre Carga de par	ede 0.00	/ Kgi/ in			
Cargas no tre Carga de pare Carga extra	ede 0.00	, kgi/m	kgf/m	Editar	Remover
Cargas no tre Carga de par Carga extra Temperatura retração	ede 0.00 0 e 0		kgf/m ℃	Editar Editar	Remover Remover
Cargas no tre Carga de pare Carga extra Temperatura retração Seção (2º es	ede 0.00 0 e 0 stágio)		kgf/m °C	Editar Editar Consolo	Remover Remover para laje

Novamente seguiremos a configuração já definida das vigas pré moldadas. Finalizado esse lançamento, selecione todas as vigas lançadas e copie para os outros pavimentos.

16.4 Lançamento da fundação

Para o lançamento, acesse:

• Acesse o comando Lançamento - Pilares - Converter em fundações pré -



• Selecione todos os pilares;

Tipo da fundaç	ção	
🔿 Bloco		
Sapata	Divisa	
🔿 Tubulão 🗌		
Dados da fund	ação	10
Dados da fund Apoio	ação Engastado 🗸	1
Dados da fund Apoio Altura barra	Ação Engastado v Auto v 145 cm	ĺ.
Dados da fund Apoio Altura barra	ação Engastado v Auto v 145 cm]

Para esse projeto, o mais conveniente seria o uso de sapatas, por conta da pequena escala da obra. Seguiremos a configuração pré definida das vigas pré moldadas.

16.5 Visualização do Pórtico 3D

Terminada essa etapa inicial dos lançamentos, faremos uma análise de como está ficando a estrutura 3D do nosso projeto. Para isso:

- Acesse a guia Estrutura 3D Pórtico 3D 🛱 ;
- Para atualizar o pórtico, clique em **3D** Visualização Atualizar;



16.6 Lançamento das lajes

O lançamento das lajes será idêntico ao realizado no Capítulo 8("Lançamento da Lajes"), para o nosso caso escolhemos utilizar a laje Treliçada 2D.

Então:

- Acesse a guia Lançamento Laje 🥔 ;
- Selecione o tipo de laje



A ideia dessa etapa é tentar diferentes concepções estruturais, fazendo de maneira distinta da realizada na **Etapa 1.**

16.7 Renumerando os elementos

Para concluir essa etapa de lançamentos, renumere todos os elementos de todos os pavimentos, a fim de organizar o projeto.

16.8 Processamento da estrutura

Processe a estrutura como já foi feito inúmeras vezes anteriormente, só que desta vez habilite a opção **Verificação das etapas construtivas.** Esta opção será exibida apenas para estruturas pré-moldadas. Este método construtivo exige que os elementos resistam não só aos esforços presentes na estrutura construída, mas também nas etapas de montagem e transporte, por exemplo. Mantê-lo ativado garante que todas essas etapas serão consideradas no dimensionamento.

Estado-lir	nite último (ELU)
🗹 Anális	e estática linear
🗹 Verific	ação das etapas construtivas
🗌 Dimer	isionamento dos elementos
۲	Dimensionar todos os elementos
	Dimensionar elementos selecionados
Estado-lir	nite de deformações excessivas (ELS-DEF)
🗌 Deterr	ninação dos deslocamentos do pórtico
	Adotar rigidez configurada
۲	Calcular rigidez fissurada
Deterr	ninação dos deslocamentos das lajes
	Adotar rigidez configurada
۲	Calcular rigidez fissurada
Estado-lir	nite de vibrações excessivas (ELS-VE)
Anális	e dinâmica do pórtico
Anális	e dinâmica das lajes
۲	Verificar todos os pavimentos
	Verificar pavimentos selecionados

Relembrando que mesmo quando todas as etapas solicitadas forem cumpridas com sucesso, existem casos nos quais é necessário chamar a atenção do usuário para possíveis problemas na estrutura, dessa forma, o programa emite avisos ao final do processamento.

Quando a estrutura for processada com sucesso, e existirem situações importantes a serem avaliadas, o programa irá emitir a seguinte mensagem "Estrutura processada com avisos", além da indicação de atenção \triangle . Este aviso será emitido nas seguintes situações:

- Deslocamento horizontal excessivo
- Relação de carga por área não usual para edifícios
- Efeitos de 2ª ordem importantes;
- EDV: Acelerações excessivas
- EDV: Participação modal da massa do pórtico menor que 90%

esultados			
Cargas verticais:			^
Peso próprio = 34.49 tf			
Adicional = 26.40 tf			
Acidental = 8.14 tf			
Total = 69.03 tf			
Area aproximada = 81.43 m	12		
Relação = 847.74 kgf/m ²			
AVISO: Relação de carga p	or área não u	sual para edifício	s
Deslocamento horizontal:			
X+ = 0.00 cm (limite 0.28)			
X- = 0.00 cm (limite 0.28)			
Y+ = 0.00 cm (limite 0.28)			
Y- = 0.00 cm (limite 0.28)			
AVISO: Os deslocamentos	s horizontais i	não foram verific	ados
Coeficiente Gama-Z:			
Direção X = 1.25 (limite 1.10))		
Direção Y = 1.48 (limite 1.10))		
Análise de 2ª ordem:			
Processo P-Delta			
Deslocamentos no topo da	edificação:		
Acidental: 0.08 »» 0.10 (+10	6.17%)		
Vento X+: 0.77 »» 0.88 (+14	4.52%)		
Vento X-: 0.77 »» 0.88 (+14	4.52%)		
Vento Y+: 0.67 xx 0.79 (+1)	6 91%)		Y

16.9 Alterando as vinculações

Nesta etapa faremos alterações nas vinculações dos nossos componentes estruturais, a fim de melhorar a sua concepção estrutural, reduzindo assim os coeficientes Gama-Z que estavam acima do limite.

Então:

- Acesse a guia Modelo Vigas Aplicar vínculos em vigas pré moldadas
 .
- Selecione o vínculo **semirrígido** em todos os nós.
- Lance tais vínculos na **cobertura** e no **pavimento térreo**.

Nó ligado em pilar (viga com 2º estágio)	Semirrígido	~
Tipo Ba	rra passante	~
Diâmetro da barra	10.0	~
Quantidade de barras	1	1
Fator de restrição	0	.85
Nó ligado em pilar (viga sem 2ª estágio)	Semirrígido	~
Fator de restrição	0	.85
Vó ligado em viga	Semirrígido	~
Fator de restrição	0	.85
Lançar) Selecionando elementos		
Pavimento Inteiro		
Cobertura Pavimento Térreo		
Fundações		

Note a imediata mudança nos vínculos e refaça o procedimento do processamento novamente. Verifique nos resultados as diferenças que foram encontradas com relação ao vínculo anterior.

Atualmente, um dos grandes desafios para os projetistas de estruturas pré-moldadas consiste na obtenção de um modelo cuja estabilidade global da estrutura seja atendida, já que este modelo estrutural pode apresentar deslocamentos consideráveis devido à baixa rigidez das ligações entre os elementos constituintes do sistema pré-moldado. Assim, a estabilidade global ganha grande importância no estudo das estruturas pré-moldadas, onde a deslocabilidade de primeira ordem é bastante influenciada pelo comportamento das ligações viga-pilar.

Por serem elementos que não possuem solidarização por parte do concreto, vigas pré-moldadas precisam de mecanismos adicionais para garantir

algum tipo de continuidade de esforços entre pilares.O uso das barras passantes, que são barras longitudinais posicionadas na região de segundo estágio de concretagem de vigas pré-moldadas. Estas barras são posicionadas de modo que conectam duas vigas em faces opostas de um pilar. Isto faz com que a rotação apresentada por uma viga seja restringida pela viga oposta, de modo que são criados momentos negativos na região do seu apoio.⁷



16.10 Dimensionando os elementos

Finalizada a etapa de alteração de vinculações, repita o procedimento de processamento, só que desta vez inclua o item de **Dimensionamento dos elementos.**



Aguarde o processamento, agora:

• Vá em Resultados - Status dos elementos

Caso o programa tenha identificado algum erro de dimensionamento, irá aparecer nessa próxima janela.

⁷ Link suporte

AltoQi:https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360002684473-Liga%C3%A7%C3%B5es-semirr%C 3%ADgidas-em-vigas-pr%C3%A9-moldadas

🖺 Status dos elementos	_	×
Mensagens:		1
မှာမြာ Fundações		
🗄 🗝 🔗 Vigas		
🗄 🗉 🛃 Sapatas		
🗄 ··· 🗍 Pilares		
🖕 🖽 Pavimento Térreo		
🗄 🖉 Vigas		
🕀 🖅 Lajes		
🗄 🖷 🗍 Pilares		
🖕 🖽 Cobertura		
🗄 🖉 Vigas		
🗄 🖅 Lajes		
🗈 🖷 🗍 Pilares		

Clicando nos erros apresentados, você será redirecionado ao site de suporte da AltoQi, de maneira que serão mostradas as melhores maneiras de solucionar as incorreções.

16.11. Análise do pórtico unifilar após correção dos erros

Resolvendo a etapa inferior, acesse o **pórtico unifilar.** Realize os print screens dos pórticos como já realizado nos capítulos anteriores.



16.12. Resultados

Realize os mesmos procedimentos do capítulo 14, na aba **Planilhas** selecionando todos os pavimentos, a fim de extrair o **resumo de custos da estrutura.** Lembrando que nesse modelo pré-moldado, somente as vigas e pilares eram pré-moldados, a laje tinha uma característica distinta.

	Resum	no de Materi	ais (Pré-Mol	dados)				
Resumo por elemento e por pavimento								
Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m ³)	Área de forma (m²)	Consumo de aco (kg/m ³)	Peso treliças (kg)		
	Vigas PM	97,2	1,9	0,0	51,2	0,0		
6 M M	Pilares PM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Cobertura	Laje <mark>s</mark> PM	20,1	0,0	0,0	0,0	113,5		
	Total	117,3	1,9	0,0	61,7	113,5		
	Vigas PM	97,1	1,9	0,0	51,1	0,0		
D	Pilares PM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Pavimento ierreo	Lajes PM	40,3	0,0	0,0	0,0	82,8		
	Total	137,4	1,9	0,0	72,3	82,8		
	Vigas PM	90,3	1,9	0,0	47,5	0,0		
E de la constante de	Pilares PM	290,8	2,2	0,0	132,2	0,0		
Fundações	Lajes PM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Total	381,1	4,1	0,0	93,0	0,0		

Capítulo 17. Lançamento da alvenaria estrutural

Alvenaria estrutural é o sistema em que as paredes da edificação são feitas por blocos (geralmente, concreto ou cerâmica) que formam a estrutura da construção, vedam espaços, promovem segurança, protegem contra intempéries do ambiente e suportam as cargas oriundas da gravidade. Devido a um menor desperdício de material em obras, a alvenaria estrutural vem sendo utilizada com frequência na indústria da construção civil.

Para o lançamento da alvenaria, faremos uso do programa **Qibuilder**. Para isso:

- Acesse o programa **Qibuilder**
- Para criar uma edificação, acesse o menu Arquivo Novo;
- Clique sobre a opção Nova edificação com modelo externo;
- A Janela Modelo externo será aberta. Selecione a opção Modelos
 3D (*.ifc) no campo Tipo do arquivo, localizada no canto inferior direito da janela;
- Localize a pasta onde o arquivo **2 Modelo arquitetônico2**.ifc, disponibilizado na área do aluno, foi salvo. Selecione o arquivo;
- Clique na opção **Abrir**;

O modelo será carregado e, logo em seguida, a janela **Novo projeto** será exibida. Nesta janela, devem ser definidos alguns parâmetros para que o arquivo de projeto seja gerado adequadamente. Nesse caso, todas as informações já estão condizentes com o nosso, então avance até concluir todos esses passos da **Nova edificação.**

17.1. Lançamento da parede estrutural

Para o lançamento das paredes estruturais, acesse:

• Acesse a guia Edificação - Pavimento térreo - Alvenaria



Acesse a guia Lançamento - Parede Estrutural
 estrutural

Para facilitar esse lançamento, sugerimos o uso das ferramentas de captura, pois às vezes o processo pode se tornar complexo. Caso, algum lançamento não seja executado de forma correta, o programa irá apresentar um

sinal Então deve ser corrigido a colocação dos blocos de forma que não apareçam erros de encaixe.

• Selecione o "ponto médio" na barra de ferramentas



- Clique no primeiro ponto, canto superior esquerdo (externo) da parede e na sequência, clique no canto superior esquerdo (interno) da parede. Assim será habilitada a ferramenta para lançamento a partir do eixo da parede.
- Faça o mesmo procedimento nos cantos superiores direito, para finalizar o lançamento da primeira parede de alvenaria estrutural.



A seleção do eixo da parede estrutural para lançamento fica habilitada, conforme imagem acima. Siga o lançamento das paredes com base em sua referência externa.


17.2. Verificando os blocos cadastrados (catálogo de fornecedores)

Acesse Arquivo - Cadastro;

Nesta caixa de diálogo,é possível conferir todas as **Famílias de blocos e componentes** cadastrados no QiBuilder, bem como os tipos de **Paredes** ativos no projeto em desenvolvimento.

Cadastro de **componentes**: cadastro de tipos de argamassas, grautes e aberturas a serem utilizados no projeto.

tens	Peças	Co	mposições	Esquem	as de lançamento	Condutores	Tipo	s de conectores	Tipos de ligaçõe:	s Tipos de pontos	Conjuntos de pontos	
sque	emas de liga	ções	Famílias de	blocos	Componentes	Paredes						_
-	Abertur	as						✓ Classe de co	omponentes			-
>	a Jane	as h=	100cm					Nome		Aberturas		
>	I Janel	as h=	110cm					Código		1		
>	a Jane	as h=	120cm									
~	Janel	as h=	60cm									
	B J	00x60)									
		105x60)									
		20x60)									
		10x60										
		15x60										
		00x60										
		00.60										
		00x00										
5		ac h-	80cm									
5	B Porta	15	oocin									
- 1	Argama	ssas e	grautes									
>	Arga	massa	de assentan	nento								
~	Grau	te										
	8 15	MPa										
	8 20	MPa										
-	Telas pa	ra am	arração de al	venaria								
~	Telas	solda	das galvanizi	adas								
	¥ 10), 5x 50										
	ă 12	x 50										
		,5x50										
	@ 0X	5250					-					
	0 7,	01.10										
\$	- = P	ĥ										

Cadastro de **Famílias de Blocos**: tipos de blocos e itens associados ao projeto.

quemas de ligações Familias de blocos	Componentes Paredes				
Bloco de concreto estrutural			✓ Grupo de blocos		
✓			Nome	Bloco de concreto estrutural	
Classe C (3MPa)			Material	Concreto	
Classe C (4MPa)			Tipo de bloco	Estrutural	
Classe C (6MPa)			Código	1	
Classe C (8MPa)					
Classe B (4MPa)					
Classe B (6MPa)					
Classe B (8MPa)					
Classe B (10MPa)					
Classe B (12MPa)					
Classe B (14MPa)					
Classe D (fomPa)					
Classe A (8MPa)					
Classe A (10MPa)					
Classe A (12MPa)					
Classe A (14MPa)					
Classe A (16MPa)					
✓ ■ Família 19x39x19					
Classe C (3MPa)					
Classe C (4MPa)					
Classe C (6MPa)					
Classe C (8MPa)					
Classe B (4MPa)					
Classe B (6MPa)					
Classe B (8MPa)		-			
Classe B (10MPa)		v			



Exemplos de Famílias de Blocos disponíveis no cadastro do QiAlvenaria:

Fonte:

https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360000035433-Quais-os-blocos-disponibilizados-no-QiAlvenaria-

Cadastro de **paredes**: paredes a serem usadas no projeto (composição, tipos de blocos, graute, argamassa...)

 ✓ Bloco de concreto de vedação (14x39) © Classe D ✓ Eloco cerámico de vedação (14x29) © Parede Vazada ✓ Bloco de concreto estrutural (14x39) © Prisma 3MPa (classe B) ✓ Bloco cerámico estrutural (14x29) Prisma 3MPa 	squemas de ligações Famílias de blocos Componentes Paredes			
Image: Classe D Nome Bloco cerámico de vedação (14x29) Image: Parede Vazada Código 1 Image: Bloco de concreto estrutural (14x39) Bloco de concreto de vedação Image: Bloco de concreto de vedação Image: Prisma 3MPa (classe B) Parede vazada Image: Bloco cerámico estrutural (14x29) Image: Prisma 3MPa Prisma 3MPa 1400 Peso específico (kgf/m³) 1400 Peso específico grauteada (kgf/ 2400	Bloco de concreto de vedação (14x39)	Classe de paredes		
 Bloco cerámico de vedação (14x29) Parede Vazada Bloco de concreto estrutural (14x39) Prisma 3MPa (14x29) Prisma 3MPa Código Grupo de blocos Bloco de concreto de vedação Familia 14x39x19 Dados de cálculo Peso específico (kgf/m²) 1400 Peso específico grauteada (kgf/ 2400 	Classe D	Nome	Bloco de concreto de vedação (14x39)	
Image: Second example of the second	 ✓ I Bloco cerâmico de vedação (14x29) ☑ Parede Vazada 	Código	1	
Image: Second concrete estrutural (14x39) Image: Second concrete estrutural (14x29) Image: Second concrete estrutural (14x		Grupo de blocos	Bloco de concreto de vedação	
 ☑ Prisma 3MPa ✓ Dados de cálculo Peso específico (kgf/m³) 1400 Peso específico grauteada (kgf/ 2400 	Bloco de concreto estrutural (14x39)	Família de blocos	Familia 14x39x19	
Bloco cerámico estrutural (14x29) Peso específico (kgf/m³) 1400 Peso específico grauteada (kgf/ 2400	Prisma 3MPa (classe B)	✓ Dados de cálculo		
Prisma sMPa Peso específico grauteada (kgf/ 2400	Bloco cerámico estrutural (14x29)	Peso específico (kgf/m ⁸)	1400	
	Prisma 3MPa	Peso específico grauteada (kg	f/ 2400	

Após o lançamento inicial, sugere-se conferir a 1a e a 2a fiadas, na aba lançamento - rede - planta 1a fiada; lançamento - rede - planta 2a fiada.

17.3. Analisando a composição da parede

Para uma maior compreensão de como estão localizados os blocos na parede estrutural:



• Clique em uma parede ou no símbolo da parede. Abrirá a vista da parede:

Aqui, pode-se conferir o **contrafiamento**, entre as diferentes fiadas que compõem a parede em alvenaria estrutural, para fazer a **amarração** das paredes.

Na parte superior da parede, em azul, são apresentados os **blocos canaletas ou meio canaleta** em uma cinta de amarração (última fiada da parede - respaldo). Dentro deles existem vergalhões de aço e graute, conferindo maior resistência ao topo da parede. Visualmente os blocos canaletas são parecidos com os blocos de concreto, porém são vazados no sentido horizontal, possuindo um formato "U", facilitando a passagem de ferragens e do concreto.



Os espaços em verde (chamado na legenda de pastilha) na parede, são espaços em vazio que não foram preenchidos pelos blocos e que serão

preenchidos por **pastilhas de enchimento** ou **graute**. As pastilhas são utilizadas quando o espaçamento necessário é de pequena dimensão, elas são blocos com comprimento menor que o meio bloco e compensador com o objetivo de fechar os espaços em modulação de vãos que não são múltiplos de 20 cm.



O graute é utilizado quando o espaçamento é maior, de forma que a pastilha não é suficiente. O graute é um tipo específico de argamassa usado para preencher espaços vazios de blocos e canaletas, com o objetivo de aumentar a capacidade portante. Sua consistência mais fluida permite atingir uma alta resistência e expansão controlada, o que o torna um produto altamente indicado para o preenchimento de alvenaria estrutural. Essa situação demonstra que não existe modulação no projeto arquitetônico, devendo-se revisar a arquitetura para uma modulação adequada. Por conta do seu valor elevado e função estrutural, tanto as pastilhas como o graute devem ser evitados, sendo indicado reduzir os espaçamentos nas paredes, ou até, procurar encaixe com blocos de outras dimensões. O valor de espaçamento existente em cada parede é apresentado na tela principal (que pode ser acessada novamente fechando a tela inicial).

Os blocos dos cantos estão em vermelho, esses blocos são os de contrafiamento. Para melhor entendimento disso, note a aba **Rede** em **Lançamento.**

Rede	Alvenaria	
Altura	0	
Planta	1ª fiada	

Tal aba mostra que a planta que estamos visualizando refere-se a primeira fiada, que é a referência para a elevação das fiadas superiores num mesmo pavimento e também para a primeira fiada do andar imediatamente superior.

Para melhor entendimento altere em **Planta** de **1ºfiada** para **2ºfiada**. Note que os blocos em vermelho alteram de posição, isso ocorre porque na etapa de execução da alvenaria, é necessário realizar uma **"amarração**" das paredes, o que é chamado de **contrafiamento**.

Acessando o detalhamento da parede novamente, logo abaixo da imagem da parede, existem as figuras da 1º fiada e 2º fiada em planta baixa para facilitar o entendimento.



Para sair da vista da parede, deve-se fechar no "x", existente na aba superior, referente ao pavimento em que se está trabalhando.

17.4. Lançamento das parede internas

Para o lançamento das paredes internas, sugere-se utilizar o comando **ponto quadrante** na barra de ferramentas do QiBuilder.



17.5. Ajustando manualmente a modulação

Para ajustar manualmente a modulação das paredes no eberick, pode-se utilizar o comando **Mover**, na aba **Desenho**. Selecionar a parede inteira e mover na direção que ajusta a modulação da parede, lembrando de deixar uma junta de 1cm entre os blocos. Desta forma, evitamos espaços de pastilhas e grautes nas paredes e economizamos material.

Outra opção é alterar o tipo de bloco usado no projeto. Para isso, no Pavimento Térreo clicar com o botão direito sobre **"Alvenaria" - Propriedades**, que estão na paleta **Edificação**, e na sequência abrir a aba **Projeto** na caixa **"Propriedades da edificação".**

Nesta caixa de diálogo estão os blocos usados neste projeto. Pode-se alterar o tipo de bloco para as paredes estruturais e/ou de vedação. Alterar o tamanho do bloco altera a modulação do projeto. Para visualizar as mudanças na planta, deve-se fechar a aba do projeto e abri-la novamente para atualizar a nova modulação.

Além disso, é possível alterar e inverter blocos para ajustar as paredes de alvenaria estrutural. Os comando encontram-se em **Operações - Blocos - Alterar** ou **Operações - Blocos - Inverter:**



Inverter: muda a orientação dos blocos que estão nos nós (cantos)

Alterar: Mudar o tipo de bloco do nó: bloco T, meio bloco...

17.6. Ajustando configurações

Acesse "Arquivo - Configurações - aba Alvenaria".

Na aba **Alvenaria**, item Elevações, existe uma configuração para o graute. Sempre que houver um encontro de parede em "T", pode-se configurar como padrão a inserção de graute neste ponto de encontro de alvenarias. Nas esquadrias também, pode-se deixar automaticamente programada a inserção do graute nas janelas. Pode-se alterar as configurações de vergas e contravergas (canaletas, meia canaletas, bloco inteiro), respaldo - cinta de amarração(canaletas, meia canaletas, bloco inteiro), encontro de paredes com grampos ou com telas metálicas.

Na aba **Alvenaria**, item Exibição, em "Plantas de Modulação", ativar a fiada nove, por exemplo, para poder visualizar a fiada que passa pelas esquadrias na planta.

17.7. Lançamento das paredes estruturais das fundações (copiando paredes)

A fim de copiar a estrutura que temos do pavimento térreo para a fundação, selecione todas as paredes lançadas no térreo. Na paleta **Edificações**, com o botão direito do mouse clicar sobre **Alvenaria - Copiar para - fundações.**

Clique em SIM na mensagem que aparece. A estrutura será copiada automaticamente para o pavimento desejado.

Duplo clique em "**Alvenaria**" do pavimento fundações para verificar. Após, voltar para o térreo.

No nosso projeto, o pavimento da **Cobertura** não será utilizado, pois trata-se somente do telhado da construção. Então, na aba de edificação, clicando com o botão direito sobre o pavimento, é possível excluí-lo.

17.8. Lançamento das paredes de vedação

Acesse a aba **Lançamento - Parede de vedação**. Usar o comando ponto quadrante para auxiliar no lançamento.





17.9. Pórtico 3D

Para um melhor entendimento do projeto, sempre faz-se uso do **pórtico 3D**. Assim como no Eberick, a ferramenta encontra-se no canto superior esquerdo

Clicando nela, você será redirecionado a uma janela com a visualização já em
 3D.



Na vista 3D, na aba 3D, realizando os ajustes na caixa **Configurações**, em **Pavimentos** ou **Elementos**, será possível alterar a visualização do IFC (referência externa), selecionando ou não essa opção na caixa "**Pavimentos**" a direita do 3D:

Pavimentos	×
✓ ✓ Nativo	
Cobertura	
Pavimento Térreo	
Fundações	
2 - Modelo arquitetônico2	
Cobertura	
Pavimento Térreo	
🗌 Fundações	
Outros	

17.10. Lançamento das esquadrias

Para garantir uma modulação adequada das paredes de alvenaria, é necessário que as aberturas (janelas e portas) sejam inseridas em seu lançamento.

• Inserindo portas

Para inserir portas, acesse a ferramenta Lançamento - Aberturas - Portas

Perceba que as portas já possuem dimensões definidas, de modo que não é

possível editar este valor no momento do lançamento. Para isso, é necessário cadastrar uma porta com as dimensões desejadas. Com a ferramenta ativa, clique sobre o ponto da parede onde será inserida a porta. Feito isso, o programa permite que você escolha uma posição de alinhamento da porta em relação ao ponto escolhido (início, meio, ou fim). Selecione o posicionamento e confirme o comando. Feito isso a porta estará inserida.



• Inserindo janelas

Para inserir as janelas no modelo, você deve usar o comando **Lançamento** - **Aberturas - Portas** (botão). Na lista que se abre, selecione a janela desejada. Perceba ainda que é necessário definir um valor para o peitoril da janela, que corresponde à altura da sua face inferior em relação ao nível do pavimento.

A janela poderá ser inserida da mesma maneira que a porta.



A fim de modificar a posição das esquadrias e outras configurações:

• Clique sobre uma parede

No canto inferior direito, na base da paleta Edificações, clique em
 Propriedades

Na aba que se abre é possível alterar muitas configurações da parede, alterações no tipo de desenho da parede, tipo de parede, altura e tipo de bloco, características das aberturas, tipos de amarrações e etc.

Paradas (1)		nA	Daradaa (1)				
Falcues (1)	80	-0	Paredes (1)				ų
✓ Desenho				Resistência	Da	Parede vaza	4
Nível	PE-Paredes			Respaldo	Ad	otar configur	
Cor	Nível		Y E	xibir			
Tipo de linha	Nível			Nome	Sin	n	
Escala do tipo	1		Y A	berturas			
Espessura	Nível		~	Abertura 1			
Cor de impres	Nível			Tipo	Poi	rta	
✓ Geral				Classe		Aberturas	
Rede	Alvenaria			Grupo	Da	Portas	
Тіро	Parede estrutural			Abertura		P 110	1
✓ Identificação				Alinhamento	Cer	ntro	
Nome	PAR3			Distância	150)	-
Prefixo	PAR			Verga	Ad	otar configur	
Número	3		V	iqas		2	
Identificador	10		G	rautes			
✓ Parede			~ c	pções da modu			
Posição	Teto		~	Amarração			Ľ.
Altura	270			Nó inicial	Aut	tomático	
✓ Bloco				Nó final	Aut	tomático	
Grupo	Bloco cerâm			Junta vertical	Pad	drão (10 mm)	
Família	Família 14x2		~	Definir bloco i			
Resistência	Parede vaza			Primeiro	Aut	tomático	
Respaldo	Adotar configur			Último	Aut	tomático	L
✓ Exibir	1	Ŧ					

17.11. Lançamento das lajes

O lançamento das lajes no QiBuilder é realizado de forma simples, para isso:

- Vá em Lançamento Lajes Laje
- Defina uma espessura e elevação que achar conveniente
- Clique sobre uma superfície que esteja fechada por paredes e faça o lançamento das lajes.
- O programa atualiza os blocos canaleta do respaldo, automaticamente, para encaixar com a laje lançada:



Lance as lajes tanto no **pavimento térreo** quanto no **pavimento fundações**. Salve o Projeto.

17.12. Ponto de graute ou trecho de graute

Para adicionar graute em um ponto (uma abertura) ou em um trecho (mais de uma abertura) dos blocos das paredes, basta acessar a aba **Operações - Ponto de graute** ou **Operações - Trecho de graute**:



Os trechos ou pontos de graute são usados para aumentar a resistência de determinado trecho ou ponto da parede estrutural. O graute serve para aumentar a resistência à compressão da parede e solidificar as armaduras com a alvenaria. Pode atuar também como reforço estrutural em áreas de concentração de tensões, em locais de grandes cargas concentradas, por exemplo. A resistência à compressão deve ser superior a 14 MPa.

17.13. Lançamento das vigas (cintas de amarração)

O lançamento das vigas no QiBuilder é realizado de forma simples, para isso:

- Vá em Lançamento Vigas Viga
- Defina a base, altura e elevação da viga da maneira conveniente
- Selecione onde irá iniciar o primeiro trecho e onde irá terminar a viga



Essas vigas serão substitutos dos blocos canaletas, fazendo a fechamento da parte superior das paredes. Caso sinta necessidade de tais estruturas, insira no seu projeto. Podem aparecer elementos chamados coxins, próximos das extremidades das vigas, que tem função de distribuir melhor as cargas da laje até a parede).

17.14. Inserção das listas de materiais

A fim de uma melhor compreensão dos materiais utilizados, acesse:

- Vá em Operações Tabelas Lista de materiais
- Clique em qualquer lugar para a devida colocação da tabela

Também é possível inserir uma tabela a respeito dos símbolos, sobre o detalhamento e também uma atualização das respectivas tabelas

17.15. Processamento

Com o lançamento parcial da estrutura, já é possível processá-la para realizar as primeiras análises. Para processar uma estrutura, deve-se acessar a ferramenta **Operações** – **Dimensionamento** – **Processar** .Ao processar um projeto no QiBuilder, o programa fornece algumas alternativas de processamento

Processar		×
Croquis a proce	essar	
O Todos os	projetos na edifica	ção
O projeto	Alvenaria	
O Apenas o	croqui corrente	
Opções		
🗌 Salvar o p	projeto após o pro	cessamento
ОК	Cancelar	Ajuda

No nosso caso, optou-se pelo "**O projeto Alvenaria**". Após finalizado o processamento, o programa irá indicar o erros por meio de triângulos amarelos . Passando o mouse sobre tais triângulos é possível identificar a que se

referem tais erros.

17.16. Transporte do modelo do QiBuilder para o Eberick

Antes de exportar o modelo para o QiBuilder, delete o pavimento **cobertura**, pois o mesmo não possui paredes estruturais e pode acarretar em erros no Eberick.

O uso do QiBuilder pelo módulo QiAlvenaria, integrado ao Eberick, permite que todos os pavimentos de alvenaria estrutural sejam construídos preliminarmente no QiBuilder-QiAlvenaria, de forma modulada e com as vistas de paredes detalhadas, bem como a continuidade da análise e dimensionamento na ferramenta Eberick. Para realizarmos as análises estruturais, é necessário exportar o arquivo para o programa Eberick. Para isso:

- Vá na aba Edificação Clicando no primeiro ícone
 Exportar projeto de alvenaria
- Clique em **SIM** na mensagem de Salvar o projeto.

Caso no projeto tenha ocorrido o erro de resistência do prisma. Com a mensagem igual a imagem abaixo.

QiBuilder			
	Resistência de pr	isma não definida	
	or	Ajuda	

Para corrigir tal erro:

- Vá em Arquivo Cadastro Paredes Bloco cerâmico estrutural(14x29) Prisma 3MPa - Dados de cálculo
- Altere as resistências para 3 MPa
- Repita o processo de Exportar projeto de alvenaria



Caso nenhuma mensagem de aviso apareça, significa que o procedimento ocorreu de forma devida. Imediatamente, o arquivo já deve estar no Eberick.

Com o software Eberick aberto:

- Vá em Arquivo Alvenaria Associar projeto de alvenaria
- Selecione o projeto e clique no link do pórtico 3D para visualizar o lançamento de alvenaria estrutural feito no QiBuilder



17.17. Inserindo pavimento de transição

A fim de apoiar toda essa "base" da alvenaria estrutural, é necessário criar um pavimento de transição no Eberick, que nada mais é do que a fundação da alvenaria. Para isso:

• Vá na aba Edificação - botão direito sobre o pavimento de fundações - inserir pavimento - abaixo (estrutura de transição)

Gerar pavimer	nto de t	ransiçã	0		
Dados das vig bw 14	as] cm	h [45	cm	
Dados dos pila	ires ares	h - f		200	
b 30	cm	no ror m	aior que	cm	cm
ОК	Can	celar	Aj	uda	

• Altere o valor da altura da viga para 45cm e desmarque inserir pilares.

Sempre fazendo uso da ferramenta do Pórtico 3D para verificar se os procedimentos estão de acordo.



Antes de efetuar o **processamento** da nossa estrutura, iremos primeiramente realizar o lançamento de lajes de fundação no **pavimento de transição**. Para isso, dois cliques no croqui do pavimento Transição, realize o lançamento de lajes de fundação assim como efetuado nos capítulos anteriores, só que desta vez selecionando **lajes de fundação**.

Nome [4				Grelha
Cargas				
Grupo	Nenhur	n		~
Acidental	100	kgf/m²		
Revestimento	181.5	kgf/m²		
Extra	0	kgf/m²	E ditar	Remover
Temperatura e retração	0	۴C	Editar	Remover
Seção				
Espessura	15] cm	Elevação 0	cm
Solo				
🗹 Laje apoiad	a no solo			
Coef. recalque	vertical		2000 tf/m ³	
Coof do doalor	-amento k	orizontal	0.01 +F/m2	

Após ter o projeto de alvenaria com o pavimento de transição e elementos de fundação lançados no Eberick, realiza-se o processamento da estrutura e o dimensionamento dos elementos. Para isto, acesse o menu **Estrutura - Análise - Processar**. A análise do Pórtico Unifilar é limitada às lajes de fundação, não se estendendo à alvenaria como um todo.



Na janela Edificação, serão apresentados os itens para o dimensionamento dos elementos estruturais, conforme mostrado na figura a seguir.



A janela que difere em relação aos projetos em concreto armado é a de **Paredes de alvenaria** usada para projetos de alvenaria estrutural. Ao clicar duas vezes sobre este item, abre a janela de dimensionamento com três abas, **Seção**, **Resultados e Verga** (disponível quando há verga na parede).

Durante o dimensionamento das paredes de alvenaria, pode ser necessário realizar algumas alterações como:

- a) adotar graute ou ainda armadura em alguns pontos da parede de acordo com as tensões solicitantes,
- b) alterar a consideração de vinculação e vão efetivo da parede ou
- c) alterar a armadura das vergas.

Estas alterações podem ser feitas diretamente na janela de dimensionamento, nas três abas apresentadas na imagem anterior. O Quarto botão da imagem abaixo mostra os locais de maiores tensões nas paredes de alvenaria estrutural:





Após os ajustes na janela de dimencionamento da alvenaria estrutural, é possível conferir as "Armaduras 3D":



17.18. Resultados - Planilhas de materiais

Realize os mesmos procedimentos do capítulo 14, na aba **Planilhas** selecionando todos os pavimentos, a fim de extrair o **resumo de custos da estrutura.** Lembrando que nesse modelo de alvenaria, o software não é capaz de realizar uma simulação de preços dos blocos de alvenaria, fazendo somente o cálculo dos custos de vigas e lajes que haviam sido inseridos no projeto.

	Vigas	827,41	890,24	3.841,42	0,00	0,00	5.559,07
	Vigas PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pilares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pilares PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lajes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iransiçao	Escadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fundações	6.645,58	2.225,47	0,00	0,00	0,00	8.871,05
	Reservatórios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Muros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	7.472,99	3.115,71	3.841,42	0,00	0,00	14.430,12

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2014.

GI DUR/ VT. **Cadernos Caixa. Projeto padrão - casas populares / 42m²**. Vitória, 2007. Disponível em https://docplayer.com.br/677613-Cadernos-caixa-projeto-padrao-casas-popula res.html. Acesso em setembro de 2020

SUPORTE AltoQi. Disponível em: <u>https://suporte.altoqi.com.br/</u> Acesso em dezembro 2020