

# ANÁLISE ESTRUTURAL DO COMPORTAMENTO DE PÓRTICOS QUANDO CALCULADOS EM SOFTWARES LIVRE E COMERCIAL

MYLANE REGINA FRANÇA GOMES<sup>1</sup>  
RAFAEL GOULART DE ANDRADE SANTOS<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os softwares contribuem para acelerar o processo de análise de estruturas, deixar a edificação mais segura e mais econômica. Com o avanço tecnológico na construção civil, os softwares computacionais estão ganhando cada vez mais espaço. No entanto, existem discussões quanto à segurança na sua utilização. Com tantos softwares no mercado, se tornou difícil decidir qual atende melhor as necessidades do profissional de engenharia e qual se aproxima mais da situação real que a edificação irá se encontrar. Assim, este trabalho objetivou analisar pórticos, com foco nas vigas, em dois softwares diferentes a fim de encontrar semelhanças ou divergência nas solicitações de carga e momento fletor e verificar como esses valores afetam o cálculo de armadura. Os softwares comparados foram o Ftool e Eberick. A hipótese inicial é que há diferenças em relação a área de aço, uma vez que o software comercial, Eberick, faz a análise completa da estrutura e o software livre, Ftool, faz a análise dos elementos isoladamente. Observou-se nos resultados, que as diferenças entre os softwares não foram significativas para a armadura. Concluiu-se, pois, que apesar do Eberick ter apresentado em seus resultados área de aço maior do que o Ftool, ele ainda é o mais aconselhável. Ambos apresentaram boa eficiência, no entanto, o Eberick conseguiu analisar, a estrutura com maior praticidade. Atrelado a isso, ele ainda apresenta, através de gráficos em 3D, como a estrutura está se comportando e a interação dos elementos têm entre si.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ferramentas computacionais, análise estrutural, mecânica dos materiais.

## STRUCTURAL ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF PORTICOS WHEN CALCULATED IN FREE AND COMMERCIAL SOFTWARE

**ABSTRACT:** Economical contribution software to speed up the structure analysis process, provides the safest and most cost-effective editing. With the technological advance in the civil construction, the computer softwares are more and more space. However, there is knowledge about the safety of its use. With software on the market, it becomes difficult to make it difficult for the engineering professional who best meets the needs to get closer to the real situation that the building will find. Thus, this objective is focused on frames, with a focus on beams, comparing different software in order to find similarities or divergences of work in the load and bending moment queries and verify how these evaluated values are calculated for safety. The software compared were Ftool and Eberick. The initial hypothesis is that there are differences in relation to the steel area, since it performs a complete analysis of the structure and the free software, Ftool, analyzes the elements separately. It can be observed in the results that the differences between the software were not significant for the reinforcement. It was concluded,

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASPE Centro Universitário, R. Calabria, 1499, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78555-422. Endereço eletrônico: mylanegomes98@gmail.com;

<sup>2</sup> Professor Mestre em engenharia civil, Curso de Engenharia Civil, UNIFASPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: rafaelgoulart12@gmail.com

therefore, that despite the Eberick having presented in its results the steel area greater than the Ftool, it is still the most recommended. Both showed good efficiency, however, Eberick managed to analyze the structure with greater practicality. Linked to this, it still presents, through 3D graphics, how the structure is behaving and the interaction of the elements with each other.

**KEYWORDS:** Computational tools, structural analysis, mechanics of materials.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização do computador na engenharia civil e o aprimoramento de softwares especializados contribuiu de modo significativo para que estruturas sejam analisadas mais rigorosamente e, por consequência, sejam mais seguras. Os softwares educacionais ajudam profissionais e estudantes a entender um pouco mais como funciona a estrutura, como cada ação interfere sobre ela, além de auxiliar a previsão de descolamentos exagerados e até mesmo como a transferência de cargas age entre os elementos que compõem a estrutura.

A análise estrutural é uma das partes fundamentais de toda edificação, pois através dela é possível prever o comportamento da estrutura como um todo ou de elementos estruturais isolados. De acordo com Tieni et al. (2019) a engenharia vem se desenvolvendo constantemente, sobretudo em relação a evolução da capacidade dos computadores e softwares voltados para o dimensionamento de edificações. Assim, é possível ter análises estruturais cada vez mais completas, detalhadas e com maior agilidade.

Atrelado a isso, Santos (2016) ressalta a importância da concepção estrutural, pois a eficiência em solucionar termos a respeito de segurança, desempenho em serviço e economia dependem diretamente de uma boa análise realizada pelo projetista ao fazer as adequações de cada projeto. No entanto, muitas vezes, o que se vê são projetos com problemas em relação à concepção estrutural, ocasionando estruturas superarmadas e pouco eficientes. O projeto estrutural engloba diversas etapas, numerosas e complexas. Uma destas, é a previsão do comportamento que a estrutura apresentará. Ela precisa sanar com maestria, todas as necessidades de utilização e segurança para que foi projetada.

É preciso entender as peculiaridades a respeito de cada projeto e software que se está trabalhando. Apesar da eficiência e difusão dos softwares especializados para análise de estruturas, ainda restam dúvidas quanto a qual é o mais assertivo, qual é o mais indicado para cada tipo de obra, bem como quais são as particularidades de cada um.

Para Cardoso (2018) a escolha do melhor sistema estrutural depende de diversas condições técnicas e econômicas. Os fatores técnicos são sobretudo em relação à capacitação do profissional em projetar, executar, mão de obra qualificada e equipamento necessários para a obra. Já em prédios, seja ele comercial ou residencial, o fator econômico pesa mais na escolha do sistema estrutural.

Este trabalho tem como objetivo principal analisar e comparar, em dois softwares com metodologias de cálculo diferentes, as solicitações sofridas pelas vigas de um projeto estrutural em concreto armado e como a área de aço é afetada diante de critérios de cálculos diferentes. A fim de atingir tal objetivo, foi utilizado o Eberick V8 como software comercial e o Ftool como software livre.

Para isto, simulou-se uma situação real das solicitações sofridas por uma residência de médio padrão, tendo como foco comparar os resultados e verificar se existe alguma diferença quando uma mesma estrutura é analisada em softwares com propostas diferentes. É importante salientar que o processo de análise estrutural deve ser realizado por etapas, sendo que o

levantamento de cargas e todos os parâmetros foram definidos com base nas normas técnicas NBR 6120:2019 e NBR 6118:2014.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

De acordo com Dortas, Souza e Pinho (2021), a difusão da tecnologia no ramo da construção civil conseguiu modernizar a execução das atividades, sobretudo no que diz respeito aos projetos estruturais. Com o desenvolvimento de softwares computacionais, o dimensionamento de estruturas se tornou mais prático e rápido se comparado à metodologia de cálculo manual. Segundo Medeiros e Souza (2017) o cálculo estrutural se tornou mais evoluído a partir do desenvolvimento de softwares. Com esse avanço, têm-se resultados mais precisos e, conseqüentemente, análises estruturais mais rigorosas e seguras.

O acesso a softwares fez com que o aprendizado se tornasse cada vez mais fácil e intuitivo, tanto para o graduando quanto para um profissional formado. Branchier (2017) afirma que um software só pode ser considerado uma ferramenta educacional caso seja livre e permita um contínuo desenvolvimento através de códigos-fonte disponíveis e que seja bem documentado. Com o rápido alcance a esse tipo de informação, cada vez mais presente na internet e até mesmo dentro das salas de aula, os professores tendem a instigar seus alunos a aprender utilizar as ferramentas digitais disponíveis com o intuito de facilitar e otimizar o processo de aprendizagem.

Nos dias atuais normalmente se usam métodos de cálculo manual para ensinar alunos de graduação a ter uma interação maior desde a parte da elaboração até a execução do projeto. Especialistas usualmente criam planilhas no Excel para fazer os cálculos com mais agilidade. Desta forma, é possível comparar os resultados fornecidos através dos softwares e ter um estudo mais aprofundado a respeito da análise daquela estrutura. Medeiros e Souza (2017) fazem um alerta quanto a utilização de softwares sem ter um conhecimento dos métodos usados. Quanto mais renome o software tem, menos o projetista é instigado a reiterar os resultados e muitos apenas aceitam o resultado dado por aquela ferramenta.

Martha (2011) ainda faz uma ressalva quanto a utilização de softwares dentro da sala de aula, que é mais fácil manter o estudante interessado quando se atrela a teoria com a visualização de como os modelos se comportam na prática. No entanto, como a utilização dos softwares está cada vez mais intuitivo, diversos projetistas desconhecem as características dos métodos utilizados pelo computador para gerar o resultado esperado.

### **2.1 Idealização de Modelos Estruturais**

De acordo com Martha (2010), é na fase de análise estrutural que o comportamento da estrutura é idealizado. Este comportamento pode ser expresso por uma série de parâmetros, como deformações, tensões e deslocamentos. Dessa forma, a análise estrutural tem como foco a verificação dos esforços internos e externos, reações de apoio, deformações e deslocamentos dos elementos estruturais.

Benincá (2016) aponta que primeiramente é feito um modelo estrutural da situação real para depois escolher o método de cálculo. Dependendo da complexibilidade da estrutura, a escolha pode variar entre métodos manuais ou computacionais. O autor ressalta ainda que a análise pode ser linear ou não linear, dinâmica ou estática, pois tudo depende dos parâmetros considerados na idealização estrutural.

Cada software tem o seu método de analisar a estrutura. O Eberick é um software de análise estrutural tridimensional desenvolvido pela empresa AltoQi, que se trata de uma

plataforma BIM voltada para dimensionamento e análise de estruturas. De acordo com Coelho (2021), o Eberick calcula os pavimentos através da analogia de grelhas, considerando lajes e vigas como uma única estrutura. Coelho (2021) ainda completa fazendo uma alusão ao método dos elementos finitos se assemelhar ao método da analogia de grelhas.

Ao ser finalizado o processamento da estrutura, o usuário tem total liberdade para visualizar os resultados através de diagramas de cores onde mostram em quais intervalos se tem mais deslocamento, onde o momento fletor está sendo mais solicitado, se as flechas estão elevadas, etc. Ele utiliza do método dos elementos finitos para analisar a estrutura. De acordo com Azevedo (2003), este método tem como objetivo determinar o estado de deformação e de tensão de um elemento sólido de qualquer forma geométrica e que está sujeita a ações exteriores. Esse é o método usado no software Eberick.

Segundo Martha (2001), idealizador e criador do Ftool, este software tem uma interface gráfica de simples e de fácil manuseio, é uma ferramenta que ajuda estudantes a entender como funciona o comportamento de estruturas através de pórticos planos. O usuário pode analisar várias possibilidades para um mesmo elemento de maneira rápida e eficiente. Isso faz com que ele tenha uma gama de opções para fazer a sua análise, criando diferentes cenários e condições para a estrutura, a fim de desenvolver diversos níveis de compreensão.

## 2.2 Ações Atuantes

De acordo com Camacho (2005), ação é tudo o que produz estados de deformações ou tensões dentro da estrutura. A NBR 8681:2003 categoriza as ações de acordo com sua variação, são elas, ações permanentes, variáveis e excepcionais. Para que todas essas ações sejam consideradas dentro de uma mesma estrutura, garantindo segurança e harmonia, é necessário usar alguns métodos de cálculo.

O método utilizado pela NBR 6118:2014 para considerar a segurança da estrutura é o dos estados de limite. Eles são dois e são denominados estado limite de serviço (ELS) e estado limite último (ELU). Segundo a NBR 6118:2014, o ELS ocorre quando a estrutura ainda consegue se manter de pé, porém não está apta a ser habitada, ou seja, tem a ver com funcionalidade, conforto e durabilidade da estrutura. Já o ELU é quando a edificação deixa de atender os padrões de funcionalidade e começa a entrar no estado de colapso. Tanto o ELS quanto o ELU são definidos através de majoração de ações e minoração de resistência.

Os cálculos são feitos considerando que todas as ações ocorrem simultaneamente e nelas é acrescido um coeficiente de ponderação ( $\gamma_f$ ) que vai as majorar. Atrrelado a isso, ainda ocorre a minoração da resistência que também depende de um coeficiente de ponderação. Esses coeficientes podem ser encontrados na NBR 6118:2014 de acordo com cada situação de cálculo.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto base analisado possui 67,33m<sup>2</sup> de área construída. É uma edificação de médio padrão. A classe do concreto usado no projeto foi analisada de acordo com tabelas da NBR 6118:2014. A classe de agressividade dele é II, agressividade moderada. Tendo em vista que se trata de uma edificação construída no perímetro urbano, longe do ambiente marítimo, logo o risco de deterioração da estrutura é pequeno. Como se trata de concreto armado, a relação água-cimento será maior ou igual a 0,60 e a classe do concreto, que é o que indicará a resistência característica do concreto à compressão, conforme a NBR6118:2014, foi usado C25. A deformação elástica, um dos parâmetros utilizados no Ftool, foi encontrado com base na resistência a compressão do concreto na NBR 6118:2014.

Os principais itens analisados neste trabalho foram as ações sofridas pelas vigas. A estrutura foi analisada nos softwares Eberick e Ftool. Não foram usadas ligações flexíveis, todas as ligações que constam no projeto são rígidas ou semirrígidas. As vigas são todas bi apoiadas e os pilares foram considerados como engastados nas fundações.

Em relação a seção transversal dos elementos transversais, foram adotados valores acima da área mínima de 360 m<sup>2</sup> para os pilares (NBR 6118:2014). Já nas vigas bi apoiadas, foi usada a regra dos 10% do vão para fazer o pré-dimensionamento. Como a maioria dos vãos tinham 3m de largura, adotou-se 30 cm de altura para todas as vigas do projeto. Sendo assim, as dimensões dos pilares são 15x25cm e para as vigas 15x30cm. O projeto base foi dividido 8 vigas e 14 pilares (ANEXOS 1 e 2).

É importante salientar que as lajes não foram analisadas neste trabalho, apenas lançadas as cargas nos softwares. As cargas da laje foram lançadas como carga distribuída diretamente nas vigas. Considerando uma carga acidental de 50kgf/m<sup>2</sup>. Na carga adicional do telhado foi considerado 0,85kN/m<sup>2</sup> de acordo com a NBR 6120:2019 e revestimento de 136,5kgf/m<sup>2</sup>.

O Ftool analisa a estrutura isoladamente, sem considerar o peso próprio dos elementos. Tendo isso em vista, foi adicionado manualmente aos pórticos o peso próprio dos pilares como carga distribuída verticalmente e das vigas e lajes foram adicionadas manualmente como carga distribuídas horizontais. Já no Eberick foi lançado toda a estrutura com as dimensões já descritas acima.

Para determinar a carga que cada viga da cobertura receberia das lajes, foram usadas planilhas no Excel e tabelas sobre reações de apoio em lajes com carga uniforme, elaboradas pelo professor Libânio Pinheiro (2007), depois retirados os valores de  $v_x, v'_x, v_y$  e  $v'_y$  para determinar as cargas que iriam para cada viga.

Para efeito de cálculo, desconsiderou-se as ações do vento e o peso referente a caixa d'água foi atribuído diretamente acima da laje em que ficará posicionada. Pensando que não se tem um posicionamento exato de água na laje e colocando a segurança em primeiro lugar, usou-se o critério para dimensionar as cargas da laje e da caixa d'água, distribuindo a carga por toda a laje que fica acima do banheiro e não somente pela área de contato da caixa.

Em obras de menor porte, normalmente não são feitos muitos recortes na armadura, pois é mais comum que se use barras inteiras em toda seção da viga. Tendo isso em vista, adotou-se os momentos positivos máximos e momentos positivos mínimos dentro do vão como base para cálculo da quantidade de barras.

Pensando na segurança e usabilidade comercial, utilizou-se barras com diâmetro de 8mm e 10mm nas vigas. Através do método de cálculo KMD, KZ, KX foram feitos os cálculos da área de aço com os dados extraídos do Ftool. Para o Eberick optou-se por não mudar nenhum parâmetro, uma vez que o software já vem parametrizado de acordo com as normas vigentes. Desta forma, todo o cálculo do Eberick foi feito no software, e do Ftool contou com o auxílio de planilhas no Excel.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A limitação do software Ftool foi um fator crucial para a demora da análise estrutural, uma vez que a maior parte dos cálculos tiveram que ser feitos através de planilhas no Excel. Diferente do Eberick, que calculou toda a estrutura e já entregou o memorial de cálculo, facilitando o entendimento e otimizando tempo. Abaixo estão os dados comparativos dos momentos fletores positivos e negativos por viga.

Para a estimativa da diferença, foi subtraído o valor encontrado no Ftool pelo valor encontrado no Eberick. Aqueles valores em que a diferença é positiva apontam que os dados obtidos são maiores no Ftool, sendo a mesma lógica usada para a variação percentual. Utilizou-se VR para se referir as vigas do pavimento respaldo e VB para se referir as vigas do pavimento baldrame (Tabelas 1 e 2).

	FTOOL (kN.m)	Eberick (kN.m)	Média (kN.m)	Diferença (kN.m)	Variação Percentual
VR1	5,20	5,19	5,19	0,01	0,2%
VB1	4,10	5,20	4,65	-1,1	-21%
VR2	15,50	8,72	12,11	6,78	78%
VB2	4,00	6,77	5,39	-2,77	-41%
VR3	12,30	9,26	10,78	3,04	33%
VB3	4,10	5,84	4,97	-1,74	-30%
VR4	12,60	9,94	11,27	2,66	27%
VB4	4,20	5,57	4,89	-1,37	-25%
VR5	6,40	5,01	5,71	1,39	28%
VB5	4,20	5,23	4,72	-1,03	-20%
VR6	3,50	4,36	3,93	-0,86	-20%
VB6	3,30	4,40	3,85	-1,1	-25%
VR7	9,20	8,97	9,09	0,23	3%
VB7	3,10	4,15	3,63	-1,05	-25%
VR8	6,70	8,24	7,47	-1,54	-19%
VB8	6,20	8,86	7,53	-2,66	-30%

Tabela 1: Comparativo de momento fletor positivo  
Fonte: Própria

	FTOOL (kN.m)	Eberick (kN.m)	Média (kN.m)	Diferença (kN.m)	Variação Percentual
VR1	9,00	9,48	9,24	-0,48	-5%
VB1	8,40	10,43	9,42	-2,03	-19%
VR2	13,30	6,46	9,88	6,84	106%
VB2	7,50	8,76	8,13	-1,26	-14%
VR3	22,00	17,24	19,62	4,76	28%
VB3	7,90	11,74	9,82	-3,84	-33%
VR4	10,90	13,23	12,07	-2,33	-18%
VB4	7,30	10,05	8,68	-2,75	-27%
VR5	10,30	8,62	9,46	1,68	19%
VB5	8,50	10,55	9,53	-2,05	-19%
VR6	5,20	7,33	6,27	-2,13	-29%
VB6	5,70	8,51	7,11	-2,81	-33%
VR7	13,70	16,92	15,31	-3,22	-19%
VB7	5,50	7,47	6,49	-1,97	-26%
VR8	10,20	13,93	12,07	-3,73	-27%
VB8	10,90	15,84	13,37	-4,94	-31%

Tabela 2: Comparativo de momento fletor negativo  
Fonte: Própria

Já era esperado que os momentos fletores positivo e negativo fossem, em sua totalidade, maiores no Eberick. No entanto, podemos verificar na tabela 1 que apenas em 63%

dos casos os momentos fletores positivos foram maiores no Eberick. Para o momento fletor negativo essa porcentagem aumenta para 81% dos casos com momento maior no Eberick.

Apesar de existirem notáveis diferenças nos momentos gerados pelos dois softwares, podemos notar que essa diferença não foi significativa uma vez que não ultrapassa 50%, na maioria dos casos. Identificou-se que a variação percentual ultrapassa 50% apenas na viga 2 do pavimento respaldo. Uma das possíveis causas se dá pelo fato dessa viga receber a carga da laje caixa d'água. Segundo AMUPOLO (2022), uma das possíveis causas dos dados serem menores no Eberick se dá pelo método de análise ser o método de grelhas utilizado para cálculo de lajes, que acaba fornecendo valores das reações diferentes quando calculados manualmente.

Após a análise dos momentos fletores, foi feita a comparação da área de aço. (Tabela 3 e 4).

	FTOOL (cm <sup>2</sup> )	Eberick (cm <sup>2</sup> )	Média (cm <sup>2</sup> )	Diferença (cm <sup>2</sup> )	Varição Percentual
VR1	0,66	0,66	0,66	0	0%
VB1	0,52	0,66	0,59	-0,14	-21%
VR2	2,08	1,13	1,605	0,95	84%
VB2	0,5	0,87	0,685	-0,37	-43%
VR3	1,3	1,20	1,25	0,1	8%
VB3	0,52	0,74	0,63	-0,22	-30%
VR4	1,66	1,29	1,475	0,37	29%
VB4	0,53	0,71	0,62	-0,18	-25%
VR5	0,82	0,64	0,73	0,18	28%
VB5	0,53	0,66	0,595	-0,13	-20%
VR6	0,44	0,55	0,495	-0,11	-20%
VB6	0,42	0,56	0,49	-0,14	-25%
VR7	1,19	1,16	1,175	0,03	3%
VB7	0,39	0,52	0,455	-0,13	-25%
VR8	0,86	1,06	0,96	-0,2	-19%
VB8	0,79	1,15	0,97	-0,36	-31%

Tabela 3: Comparativo área de aço – armadura positiva  
Fonte: Própria

Nas tabelas 3 e 4 pode-se verificar uma diferença superior a 50% novamente na viga VR2, viga respaldo com um maior carregamento proveniente da laje caixa d'água. Apesar do carregamento ser o mesmo para ambos, o Eberick conseguiu distribuir melhor as ações sofridas. Ainda que a diferença percentual tenha sido alta, na prática a diferença seria mínima.

Quando os elementos são calculados isoladamente, como é o caso do Ftool, não há uma divisão exata de transferência de ações entre os elementos. No Eberick, já existe essa transferência, uma vez que a estrutura é lançada no software e analisada como um conjunto de elementos estruturais transferindo ações e aliviando tensões entre si.

	Ftool (cm <sup>2</sup> )	Eberick (cm <sup>2</sup> )	Média (cm <sup>2</sup> )	Diferença (cm <sup>2</sup> )	Varição Percentual
VR1	1,16	1,23	1,195	-0,07	-6%
VB1	1,08	1,36	1,22	-0,28	-21%
VR2	1,76	0,83	1,295	0,93	112%
VB2	0,96	1,13	1,045	-0,17	-15%
VR3	3,07	2,34	2,705	0,73	31%
VB3	1,02	1,54	1,28	-0,52	-34%
VR4	1,42	1,75	1,585	-0,33	-19%
VB4	0,94	1,31	1,125	-0,37	-28%
VR5	1,34	1,11	1,225	0,23	21%
VB5	1,10	1,38	1,24	-0,28	-20%
VR6	0,66	0,94	0,8	-0,28	-30%
VB6	0,73	1,10	0,915	-0,37	-34%
VR7	1,82	2,29	2,055	-0,47	-21%
VB7	0,70	0,96	0,83	-0,26	-27%
VR8	1,33	1,85	1,59	-0,52	-28%
VB8	1,42	2,13	1,775	-0,71	-33%

Tabela 4: Comparativo área de aço – armadura negativa  
Fonte: Própria

Caso o projeto fosse executado seguindo os cálculos do Eberick, para a armadura negativa da mesma viga seriam utilizadas 2 barras de 8 milímetros de diâmetro. Já no Ftool seriam utilizadas 2 barras com diâmetro de 10 milímetros. É importante salientar que poderia até cogitar em utilizar a mesma quantidade de barras que no Eberick, uma vez que no cálculo de área de aço no Ftool as forças foram majoradas e as resistências minoradas. Isso faz com que se tenha um coeficiente de segurança ainda maior.

Optou-se por não alterar as configurações padrão do Eberick. Consequentemente, a maioria dos resultados, mostrou de momento fletor e área de aço superior ao Ftool. SOUZA et al. (2021) trazem à reflexão as configurações do software. É possível ajustar vários parâmetros dentro do Eberick que talvez reduzissem ainda mais o quantitativo de aço da estrutura, tornando-a mais econômica sem que prejuízo à segurança. No entanto, isso exigiria uma análise mais rigorosa, por isso nesse estudo preferiu-se utilizar a configuração padrão, tendo em vista que este já vem parametrizado, segundo as normas vigentes.

## 5. CONCLUSÃO

Ambos os softwares são confiáveis e apresentaram pequenas diferenças nas quantidades de barras na armadura das vigas. É comum que haja diferenças entre softwares, visto que utilizam métodos diferentes, principalmente quando um analisa os elementos de forma isolada e o outro analisa em conjunto.

Vale ressaltar que apesar das diferenças, nenhuma delas foi expressiva. Fazendo com que o cálculo de uma residência de baixo padrão seja calculada de maneira eficiente tanto no Eberick, que é um software comercial, quanto no Ftool que é um software de uso livre.

Com base no exposto, acredita-se que os programas servem para auxiliar e agilizar as análises, porém sempre deve ter uma boa base antes de utilizá-los. A eficiência do Ftool surpreendeu, pois como se trata de um software livre, ele conseguiu entregar resultados



próximos a um software comercial, facilitando, assim, o acesso a análise estrutural para estudantes e profissionais que ainda não possuem licença de softwares mais sofisticados.

Todavia, o Eberick se mostrou mais fácil e dinâmico de manusear, pois facilita o teste de diferentes situações, sendo também mais fácil usá-lo sem um conhecimento teórico. Ao contrário do Ftool, o Eberick faz a simulação real da edificação através da sua análise global e interação dos elementos, trazendo mais segurança para o projetista durante a análise estrutural.

Já o Ftool, como é um software que analisa os elementos separadamente, demorou um pouco mais para obter todos os resultados referentes aos momentos fletores e armadura. Por mais que seja um software limitado, se o usuário tiver um conhecimento prévio a respeito de dimensionamento e análise estrutural, vai conseguir manusear o software com maestria e obter resultados satisfatórios para edificações de pequeno porte.

**ANEXOS**



Imagem 1: Planta Baixa – Nível Baldrame do Projeto Base  
 Fonte: Própria

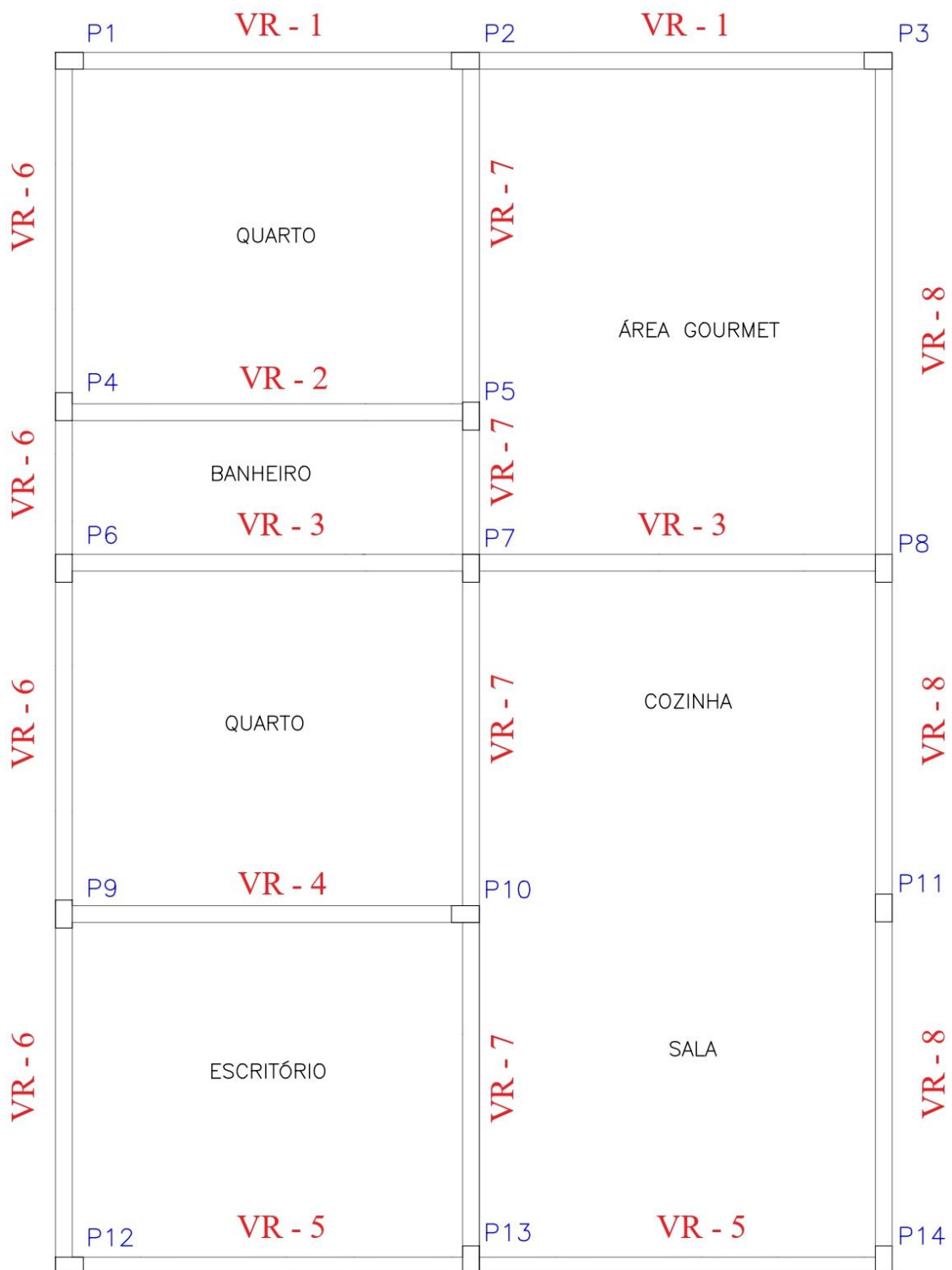


Imagem 2: Planta Baixa – Nível Respaldo do Projeto Base  
Fonte: Própria

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6118:2004. **Projeto De Estruturas De Concreto – Procedimento.**

ABNT NBR 6120:2019. **Ações Para a Avaliação De Estruturas de Edificações.**

ABNT NBR 8681:2003. **Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.**

ALVA, G. M. S. **Concepção estrutural de edifícios em concreto armado: disciplina ECC 1008 – estruturas de concreto.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

AMOPOLO, J.; **Projeto estrutural de um edifício residencial multifamiliar em concreto Armado: Estudo comparativo entre o cálculo manual e o uso de software comercial.** Universidade Federal De Santa Catarina. 2022

AZEVEDO, A. F.M. **Método dos elementos finitos.** Faculdade de engenharia da universidade do Porto – Portugal, 2003.

BRANCHIER, H. S. **Contribuições dos softwares na aprendizagem de análise e cálculo de elementos estruturais.** 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 13 dez. 2017.

BENINCÁ, M. E. **Comparação Entre Modelos De Análise Estrutural De Edifícios Em Concreto Armado: Estudo De Caso.** Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Escola De Engenharia. Departamento De Engenharia Civil. Porto Alegre, 2016.

CAMACHO, J. S. **CONCRETO ARMADO: ESTADOS ULTIMOS DE UTILIZAÇÃO.** Universidade Estadual Paulista – Unesp. Faculdade De Engenharia De Ilha Solteira Departamento De Engenharia Civil, 2005.

CARDOSO, V. **Concepção e análise estrutural.** Guia de estudo aplicado, 2018.

COELHO, J. A; **“Os Projetos Elaborados Com O Altoqi Eberick São Superdimensionados?”** Qi Suporte. Análise de Estruturas, (2021). Disponível em: [https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360034164414-Os-projetos-elaborados-com-o-AltoQi-Eberick-s%C3%A3o-superdimensionados-.](https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360034164414-Os-projetos-elaborados-com-o-AltoQi-Eberick-s%C3%A3o-superdimensionados-) Acesso em 26 abr. 2022.

DORTAS. I S, **Análise comparativa do dimensionamento estrutural de um edifício por meio de um software computacional e cálculo manual.** Universidade Tiradentes. Aracajú. 2016.

GIONGO, J. S. **Concreto Armado: Projeto Estrutural de Edifícios.** Universidade de São Paulo - Departamento de engenharia de estruturas, 2007

GILBERT, A. M; LEET, K. M; UANG, C. M. **Fundamentos da Análise Estrutural.** 3. ed – Porto Alegre: AMGH, 2010.

KRIPKA, M. **Otimização do Custo de Estruturas de Concreto Armado Analisadas pelo Modelo de Grelha.** V Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto, 2002.

KAESTNER, C. L. **Os projetos elaborados com o Eberick são superdimensionados.** QiSuporte, 2019.

MARTHA, L. F. **Métodos básicos da análise de estruturas.** Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.

MARTHA, L. F. **FTOOL: Um Programa Gráfico Interativo Para Ensino de Comportamento de Estruturas.** Versão Educacional 2.10 – 2001.

MARTHA, L. F. **Análise de Estruturas: Conceitos e Métodos Básicos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MARTHA, L. F. **FTOOL: Um Programa Gráfico Interativo Para Ensino de Comportamento de Estruturas.** Versão Educacional 3.00 – Versão Lisboa 2011.

MEDEIROS, D. M.; SOUZA, E. V.; **Desenvolvimento E Análise De Um Projeto Estrutural No Software Eberick.** Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017.

PINHEIRO, L. M.; **Fundamentos Do Concreto E Projeto De Edifícios.** Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de São Carlos. 2007.

SANTOS, J. B. **Análise da Influência da Rigidez das Ligações Viga-Pilar no Comportamento Estrutural de Edifícios de Múltiplos Pavimentos em Concreto Armado.** Universidade Federal de Uberlândia – Dissertação de mestrado, 2016.

SOUZA, R.; CUNHA, F. E.; LEITE, P.C.; **Dimensionamento De Estruturas Em Concreto Armado: Comparativo Entre Os Softwares Eberick E Tqs.** Centro Universitário UNISOCIESC. 2021

TIENI, L. A.; WUTZON, W. W.; LIBERATI, E. A. P.; **análise de segunda ordem global em pórticos de aço de múltiplos pavimentos utilizando diferentes métodos.** Revista Tecnológica. Universidade Estadual de Maringá, 2019.