



Análise da estabilidade global de um edifício de múltiplos pavimentos considerando flexibilização da ligação viga-pilar na direção de menor inércia.

Karam Tum¹, Lhaysla Rodrigues Santos¹, Marcos Eduardo Souza Cavalcante¹
(Karamtum99@gmail.com, Lhayslas2@gmail, eduardo.marcos423@gmail.com)

Professoro orientador: Gabriel Fernandes Sousa

Coordenação de curso de Engenharia Civil

¹ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

Resumo

Para garantir a segurança e a integridade das edificações, torna-se necessária a certeza de que as mesmas serão estáveis e conseguirão manter-se em equilíbrio diante da aplicação de forças externas. A estabilidade global pode ser obtida por três parâmetros de análise, a saber: α (alfa) – para instabilidade e efeitos de segunda ordem, γ_z (Gama-Z) - coeficiente de segurança para os esforços e P-DELTA – método de análise preciso dos efeitos, avaliando o grau dos esforços. O artigo em questão utilizou o parâmetro Gama-Z como instrumento de avaliação da estabilidade global das edificações. Na primeira análise, considerou-se a ligação viga-pilar totalmente rígida, já na segunda, adotou-se a flexibilização na ligação viga-pilar na direção de menor inércia do pilar.

A verificação da estabilidade global de uma edificação tornou-se mais frequente devido aos avanços da tecnologia, que permitem a simulação de estruturas maiores em menos tempo, e às tecnologias executivas e de materiais, que têm possibilitado a construção de edificações cada vez mais altas e esbeltas. Na presente pesquisa, constatou-se que a flexibilização da ligação viga-pilar na direção de menor inércia do pilar resultou em um maior consumo de aço nos pilares, devido a um maior deslocamento da estrutura. Por outro lado, não houve uma variação significativa no parâmetro Gama-Z para a direção Y, visto que a flexibilização ocorreu na direção X, mantendo-se a rigidez causada pelo efeito de pórtico na direção Y.

Palavras-chave: Eberick, Consumo de aço, Estabilidade global, γ_z (Gama-Z).

1. INTRODUÇÃO

A estabilidade global representa uma condição a ser satisfeita pelas estruturas. Nesse contexto, observa-se a intensidade dos deslocamentos e das deformações horizontais para determinar se a estrutura é estável.

A análise da estabilidade global assume um papel crucial na elaboração de projetos de edifícios de múltiplos pavimentos. Seu propósito é garantir a segurança da estrutura como um todo, ou mesmo de suas partes isoladas (NBR 6118, 2007). A meta é evitar que a estrutura alcance o estado limite último de instabilidade, o qual implica na perda da capacidade resistente, resultante do aumento das deformações. Atualmente, essa análise é conduzida com a ajuda de ferramentas de software como o Eberick, TQS ou Cypecad. Isso oferece uma maior segurança e eficiência quando realizada por profissionais familiarizados com o procedimento de cálculo.

A avaliação da estabilidade global de edifícios tornou-se mais frequente, dada a proliferação de edificações altas e esbeltas. Isso é reflexo do progresso na tecnologia do concreto. A produção de concretos de alta resistência possibilitou a construção de edifícios mais esguios e arrojados, o que realça a importância dos efeitos de segunda ordem. A análise desses efeitos é crucial para assegurar a devida segurança à estrutura.

A análise da estabilidade global de uma estrutura edifício avalia sua resposta aos efeitos de segunda ordem. Esses efeitos, que surgem devido à sua deformação, tendem a desestabilizar a edificação. De acordo com a ABNT NBR 6118:2014, é necessário considerar esses efeitos.

O objetivo deste estudo é analisar a estabilidade global de um edifício de múltiplos pavimentos em concreto armado. O foco é avaliar se a flexibilização na ligação viga-pilar, na direção de menor inércia do pilar, afeta o parâmetro Gama-Z, além do consumo de aço e concreto na estrutura.

2. DESENVOLVIMENTO

De acordo com Barboza (2019), a estabilidade global é uma condição a ser atendida pelas estruturas. A intensidade dos deslocamentos horizontais e das deformações definem se a estrutura é estável ou não. Onde que se atinge o estado-limite de instabilidade nas estruturas de concreto sempre que, ao crescer a intensidade do carregamento e , portanto, das deformações, há elementos submetidos à flexo-compressão em que o aumento da capacidade resistente passa a ser inferior ao aumento da sollicitação.

O coeficiente γ_z (Gama-z) tem por principal objetivo classificar a estrutura quanto à deslocabilidade dos nós, a fim de destacar o quão significativos são os esforços de 2ª ordem globais para efeitos de cálculo. Esse coeficiente tem por principal objetivo classificar a estrutura quanto à desestabilidade dos nós, a fim de destacar o quão significativos são os esforços de 2ª ordem globais para efeitos de cálculo. Para outras formas de verificar a estabilidade global da edificação, temos os parâmetros α (alfa) e o P- delta, porém nossa pesquisa vai ser em torno do γ_z (Gama-z). P-Delta é um tipo de análise que é particularmente importante para o deslocamento lateral de estruturas de edifícios de vários andares que sofrem uma carga de gravidade. Segundo O coeficiente γ_z é determinado a partir dos resultados de uma análise linear de 1ª ordem, para cada caso de carregamento considerado na estrutura (no Eberick, os casos de carregamento são configurados no menu "Configurações - Ações"). Seu valor é calculado e comparado com os valores limite a partir dos quais a estrutura deve ser considerada como de nós móveis. Além disso, o coeficiente γ_z é obtido por meio de uma análise elástica, considerando a não linearidade física dos elementos estruturais por meio dos seus valores de rigidez, através da configuração dos valores de rigidez destes, acessíveis no menu "Configurações – Análise".

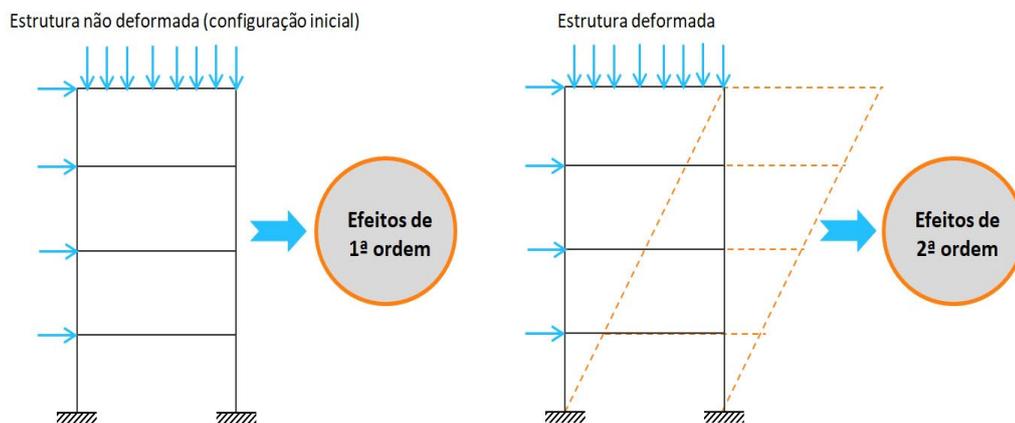
O parâmetro γ_z possui as mesmas características de análise do parâmetro α e, além disso, desempenha o papel de majorar os esforços de primeira ordem, permitindo, dessa forma, a determinação dos esforços finais de cálculo (esforços de primeira e segunda ordem).

Segundo a ABNT NBR 6118:2014, o parâmetro de instabilidade α e o coeficiente γ_z (Gama-z) são capazes de verificar se a estrutura deve ser classificada como de nós fixos, e assim dispensar a consideração dos efeitos de segunda ordem, ou de nós móveis, neste caso, deve-se analisar tais efeitos.

De acordo com a ABNT NBR 6118:2014, admite que estruturas cujos efeitos de segunda ordem não superem 10% dos efeitos de primeira ordem, podem ser consideradas como estruturas de nós fixos, sendo dispensado o cálculo de segunda ordem. Para as demais, estes efeitos devem ser considerados. Além disso, prevê o uso de dois métodos simplificados para a verificação da estabilidade durante o projeto, sendo eles o parâmetro α e o coeficiente γ_z (Gama-z). O parâmetro α , a partir das características geométricas da estrutura e dos carregamentos verticais, estabelece um limite abaixo do qual os efeitos de segunda ordem podem ser desprezados. Por sua vez, o coeficiente γ_z (Gama-z), além de estabelecer um limite abaixo do qual podem ser desconsiderados os efeitos de segunda ordem, também fornece um fator de majoração que, calculado a partir dos deslocamentos de primeira ordem, pode ser extrapolado para simular os efeitos de segunda ordem, dentro de uma determinada faixa de valores.

Objetivo é mostrar a análise da estrutura global de um edifício de concreto armado, considerando flexibilização da viga pilar na direção de menor inercia, observa e identifica os efeitos de primeira ordem, e de segunda ordem. conforme mostra na **Figura 1**, abaixo.

Figura 1 - Efeitos locais de primeira e segunda ordem.



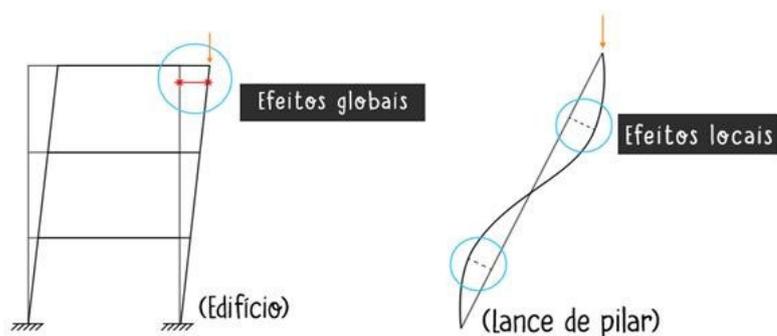
Fonte: Nelso Schneider, 2020.

Os efeitos de 1ª ordem são os esforços internos e os deslocamentos obtidos ao analisar uma estrutura com sua geometria inicial. Já os efeitos de 2ª ordem são os efeitos adicionais obtidos ao analisar a estrutura em seu estado deformado.

Segundo Trombeta e Valandro (2016), os efeitos locais de segunda ordem estão associados a um elemento isolado da estrutura, principalmente pilares, afetando somente os esforços solicitantes ao longo de seu comprimento, devido aos deslocamentos dos diversos pontos de seus eixos (CARMO,1995). Esses efeitos são representados pela Figura 2.

Segundo LACERDA todos os pórticos e pilares-paredes que contribuem para o contraventamento da estrutura na direção analisada são posicionados sequencialmente em um plano, e são interligados por barras rotuladas em suas extremidades simulando as lajes, atuando como um diafragma rígido. Essas barras devem possuir elevada seção transversal para não ocorrer deformação axial, e as vigas devem ter os momentos de inércia reais (GIONGO, 2007). Desta forma, aplicando-se o carregamento neste modelo, obtém-se o deslocamento no topo e pode-se calcular a rigidez equivalente.

Figura 2 – Efeitos locais de segunda ordem.



Fonte: Nelso Schneider, 2020.

3. METODOLOGIA

Para analisar o edifício de exemplo escolhido, foi utilizado o software EBERICK V8, com os seguintes critérios de configuração de *template*, tanto para a estrutura totalmente flexibilizada como rígida. No menu configurações, na aba análise das estruturas, há a opção de

pórtico espacial (análise do conjunto) e isolado. No caso do pórtico isolado, é analisado um pavimento por vez, conforme ilustrado na **Figura 3**.

Figura 3 – aba ‘configuração – análise’.

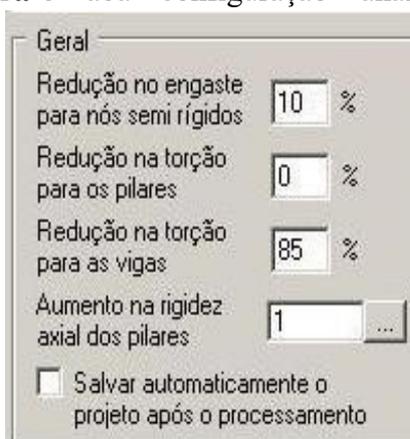


Fonte: Software Eberick V8, 2013.

A configuração de “Redução no engaste para nós semirrígido” apresentada na **Figura 4**, é de suma importância quando a análise for em estrutura flexibilizada. Para isso, foi prestada atenção aos parâmetros estabelecidos pela norma NBR6118:2014. De acordo com a norma, se a estrutura considerar um deslocamento em $\gamma z > 1.10$, a redistribuição não pode ultrapassar 10%. Já para deslocamentos em $\gamma z < 1.10$, é possível adotar uma redistribuição de até 25%.

Ao processar a estrutura do exemplo escolhido, verificou-se que o deslocamento em γz é maior que 1.10, logo, optou-se por adotar uma redução de 10% no parâmetro de engaste para os pontos considerados semi-rígidos, mencionado aqui como Estrutura flexibilizada.

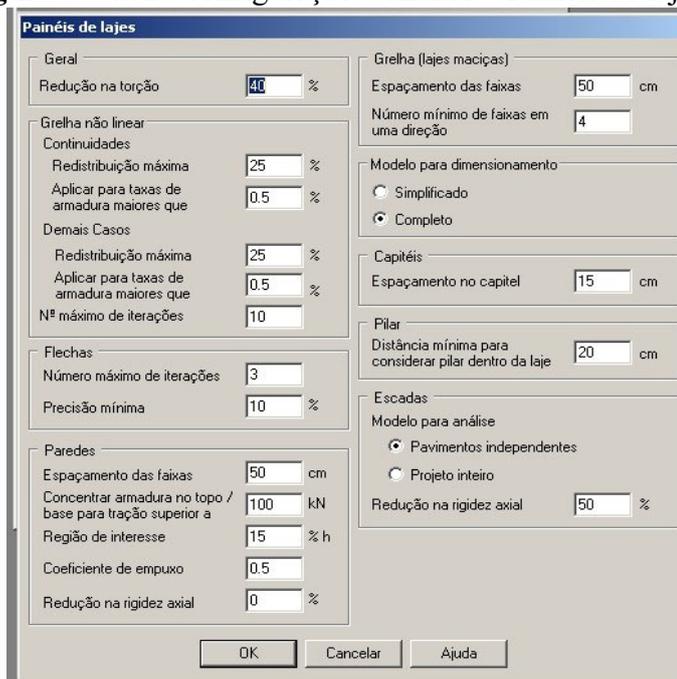
Figura 4 – aba ‘configuração – análise’.



Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Para configurar as lajes, dentro da análise, é necessário acessar o botão "painéis de lajes". Lá, terá acesso aos parâmetros relacionados aos espaçamentos da faixa da grelha, bem como ao número mínimo de faixas para a laje, conforme ilustrado na **Figura 5**.

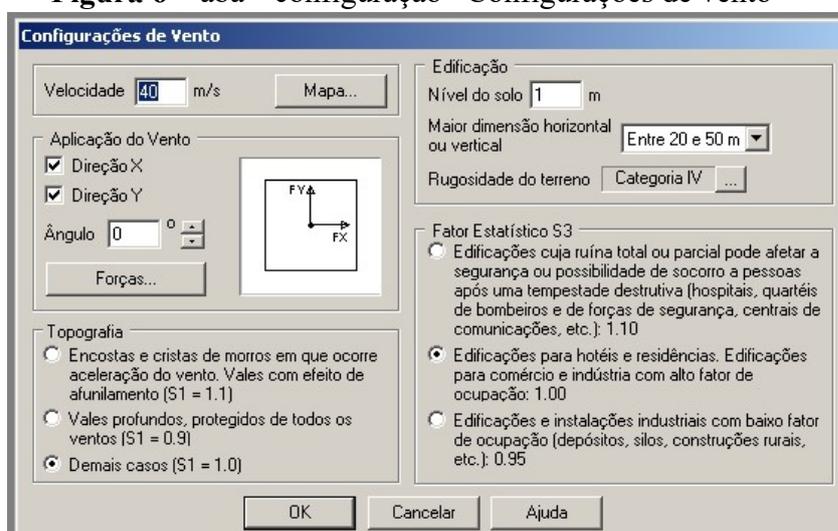
Figura 5 – aba ‘configuração – análise – Painéis de lajes’



Fonte: Software Eberick V8, 2013.

O software permite que sejam configuradas as ações do vento de acordo com as diretrizes estabelecidas pela NBR 6123, como demonstrado na **Figura 6**.

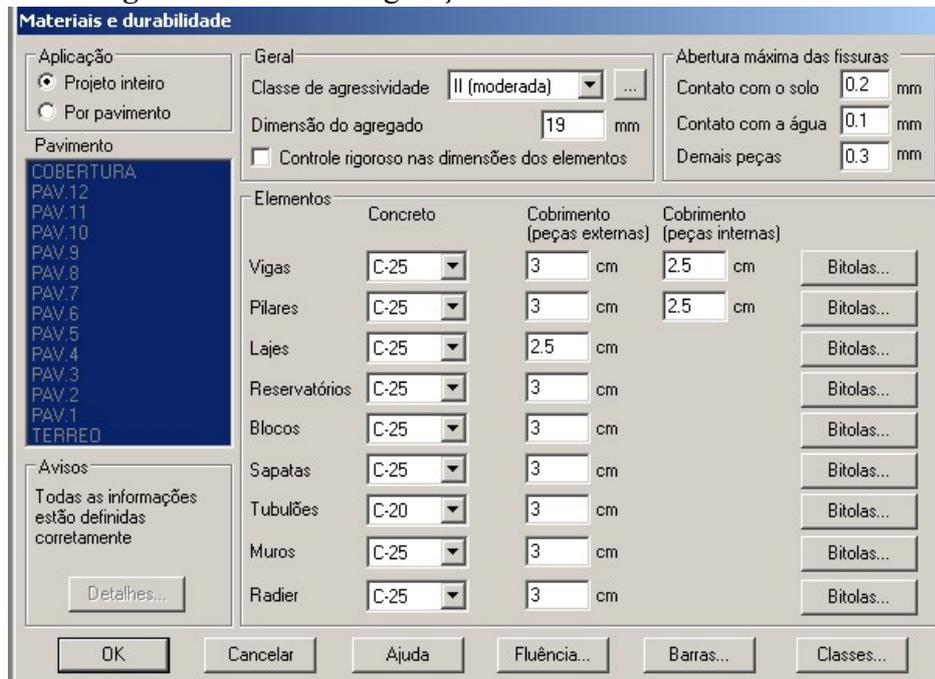
Figura 6 – aba ‘configuração –Configurações de vento’



Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Na aba configurações, é possível acessar as configurações do material a ser utilizado para análise e a durabilidade. No exemplo em questão, foi utilizado concreto com resistência característica de f_{ck} 250.00 kgf/cm², juntamente com cobrimentos de acordo com a norma NBR6118:2014, conforme a **Figura 7**.

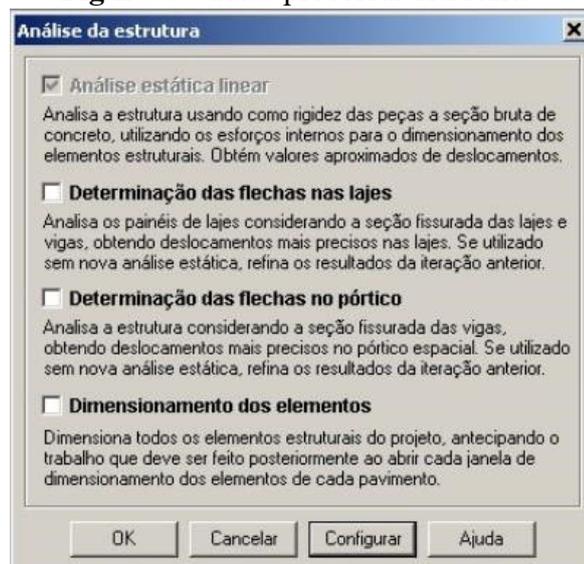
Figura 7 – aba “configuração – materiais e durabilidade”



Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Com todas as configurações realizadas, é possível iniciar o processamento da estrutura, conforme ilustrado na **Figura 8**, onde serão obtidos os esforços da estrutura, os deslocamentos e o comportamento real que a estrutura irá apresentar, bem como a taxa de aço e concreto. No entanto, uma vez que o trabalho possui como foco a análise do parâmetro γ_z , não se faz necessário marcar todas as opções durante o processamento da estrutura. No entanto, é importante ressaltar que ao selecionar essas opções adicionais, é possível obter uma análise mais abrangente, que inclui características como as flechas do pórtico como um todo, análise das lajes e o dimensionamento completo da estrutura.

Figura 8 – aba “processar estrutura”



Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Na **Figura 9**, é apresentada a aba para a qual o software direciona após o processamento da estrutura. Nessa aba, são exibidas as análises que obtiveram sucesso e, caso haja algum erro de dimensionamento do projeto, ele também será mostrado. Essa aba fornece auxílio e pode servir como uma solução para resolver os problemas identificados.

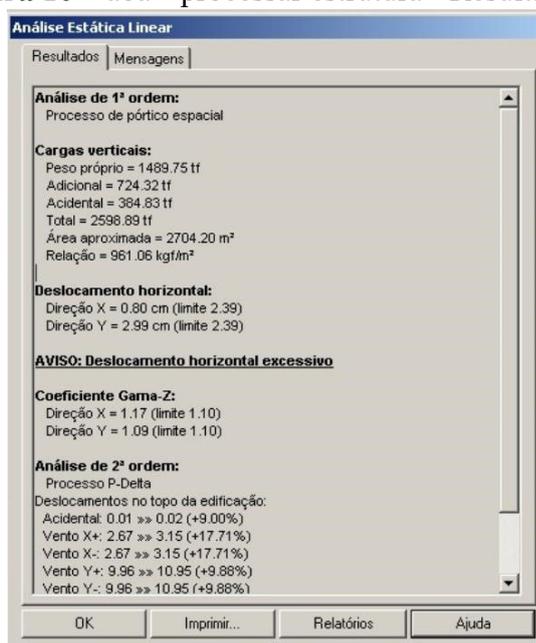
Figura 9 – aba ‘processar estrutura’



Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Ao clicar em "Resultado", o usuário será redirecionado para uma página como mostra a **Figura 10**, que apresenta um resumo com várias informações, incluindo a análise de 1° e 2° ordem, as cargas aplicadas, os deslocamentos e, em particular, o parâmetro γ_z , que é o foco principal deste trabalho.

Figura 10 – aba ‘processar estrutura - Resultados’



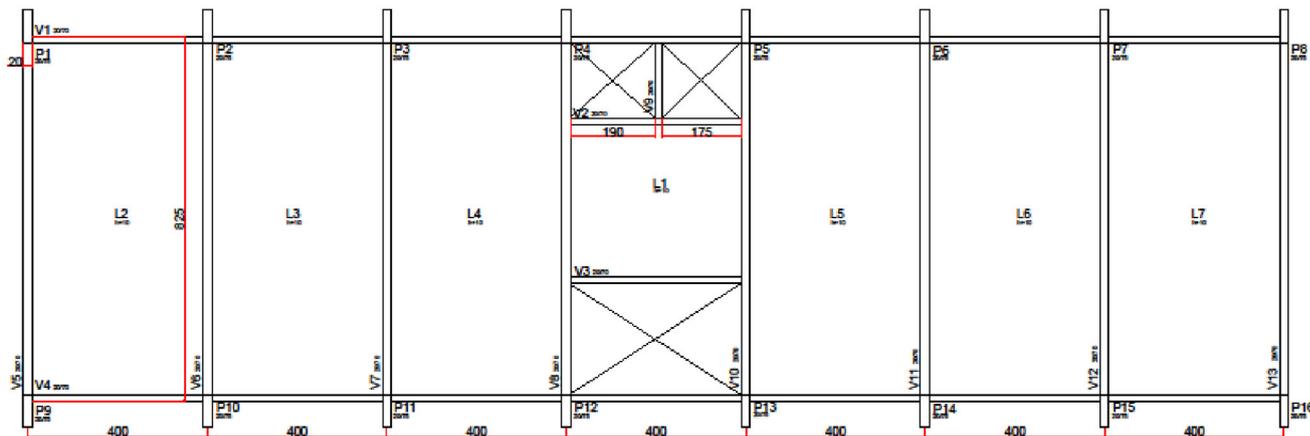
Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Por fim, o software disponibiliza a geração de relatórios que facilitam a análise em geral, incluindo a análise global da estrutura, listagem de materiais, detalhes sobre os deslocamentos horizontais e outras análises que não fazem parte da nossa, mas que são igualmente relevantes. É importante ressaltar a existência dessas opções adicionais que fornecem informações valiosas para uma análise mais abrangente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

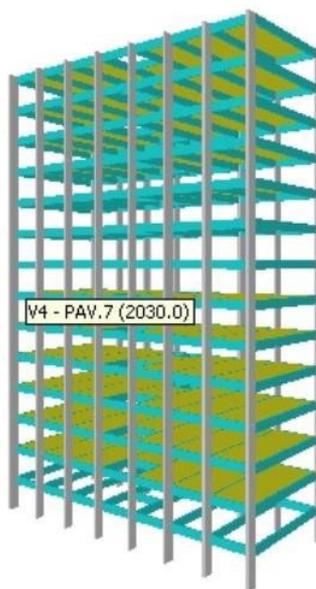
Neste trabalho foi analisado um exemplo, em que foi avaliado o parâmetro Gama-Z. O *Software* (Eberick V8, 2013) foi empregado como ferramenta de análise e para a obtenção dos resultados. O exemplo analítico originou-se de um trabalho conduzido por França (1985), com o layout exposto na **Figura 11**, enquanto o modelo 3D foi apresentado na **Figura 12**. O exemplo em questão passou por duas análises, tanto com a estrutura flexibilizada (**Figura 13**), quanto com a estrutura rígida (**Figura 14**). Abaixo estão apresentados os resultados de ambas as análises realizadas.

Figura 11 – Arquitetura do edifício utilizado para o Exemplo (FRANÇA,1985)



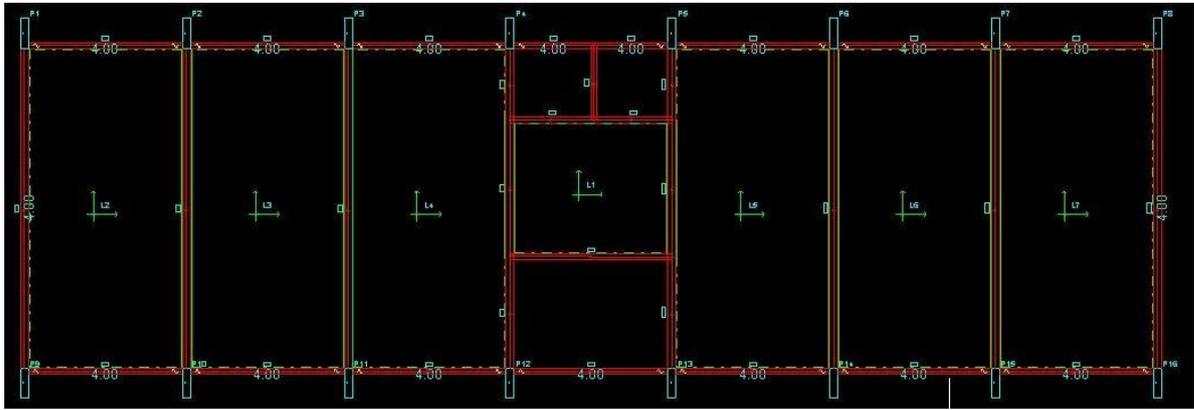
Fonte: Próprio autor.

Figura 12 – Vista em 3D do edifício do Exemplo



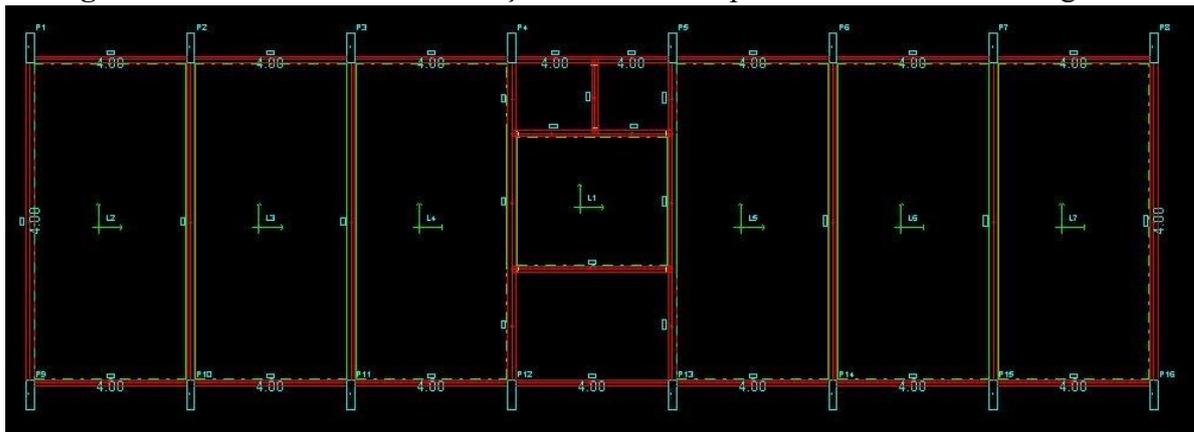
Fonte: Software Eberick V8, 2013.

Figura 13 – Pav.1 da estrutura lançada no *software* para dimensionamento flexibilizada.



Fonte: Software Eberick V8, 2013

Figura 14 – Pav.1 d a estrutura lançada no software para dimensionamento Rígida.



Fonte: Software Eberick V8, 2013

O edifício possui uma estrutura clássica composta por vigas, lajes e pilares em concreto armado. São ao todo doze (12) pavimentos tipos, além do pavimento térreo, com uma altura total de 37,70 m e um pé direito de 2,90 m. Nas duas análises, tanto com os elementos estruturais flexibilizados quanto rígidos, as cargas aplicadas foram as mesmas. Nos pavimentos, com exceção da última laje, foi aplicada uma carga vertical de 1 kN/m² de carga permanente e 1,5 kN/m² de carga acidental. Quanto às vigas de contorno (vigas V1, V4, V5 e V13), considerouse uma carga de alvenaria de 4,8 kN/m. Em relação ao pavimento de cobertura, estabeleceu-se uma carga permanente de 1 KN/m² e uma carga acidental de 0,5 kN/m².

Conforme a NBR 6123, adotou-se uma carga de vento básica de 40 m/s para realizar a análise de instabilidade. O **Tabela 1** apresenta o deslocamento em relação ao vento na pior direção, sendo ela em Y na condição, correspondente ao topo do prédio. O carregamento total do edifício é de 25988,94Kn, nas duas propostas, conforme detalhado no **Tabela 2**.

Tabela 1 – Deslocamento horizontal frequente

FLEXIBILIZADA		RÍGIDA	
X	Y	X	Y
0,80	2,99	0,74	2,99

Fonte: Elaborado pelos autores.

Realizou-se um comparativo do carregamento total em relação a estrutura flexibilizada como ela rígida, conforme mostra o **Tabela 2**, e que se verificou a manutenção do peso próprio da estrutura, bem como demais ações acidentais.

Tabela 2 – Carregamento detalhado do edifício do Exemplo

AÇÕES	CARGAS (Kn)	
	FLEXIVEL	RÍGIDA
Alvenaria	7243,17	7243,17
Permanente	14897,49	14897,49
Acidental	3848,28	3848,28
Total (kN)	25988,94	25988,94

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os cálculos com relação ao momento fletor e ao vento, utilizo a combinação “1.4G1+1.4G2+1.4Q+0.84V1”, como mostra na **Figura 3**, no entanto a **Tabela 3** mostra a relação dos momentos junto com Gama-Z nas duas situações. Observa-se que a flexibilização da ligação viga-pilar na direção de menor inércia do pilar não impactou no parâmetro Gama-Z na direção Y. Isso demonstra a consistência do modelo, visto que o efeito de pórtico na direção Y não é impactado pela flexibilização da ligação na direção X.

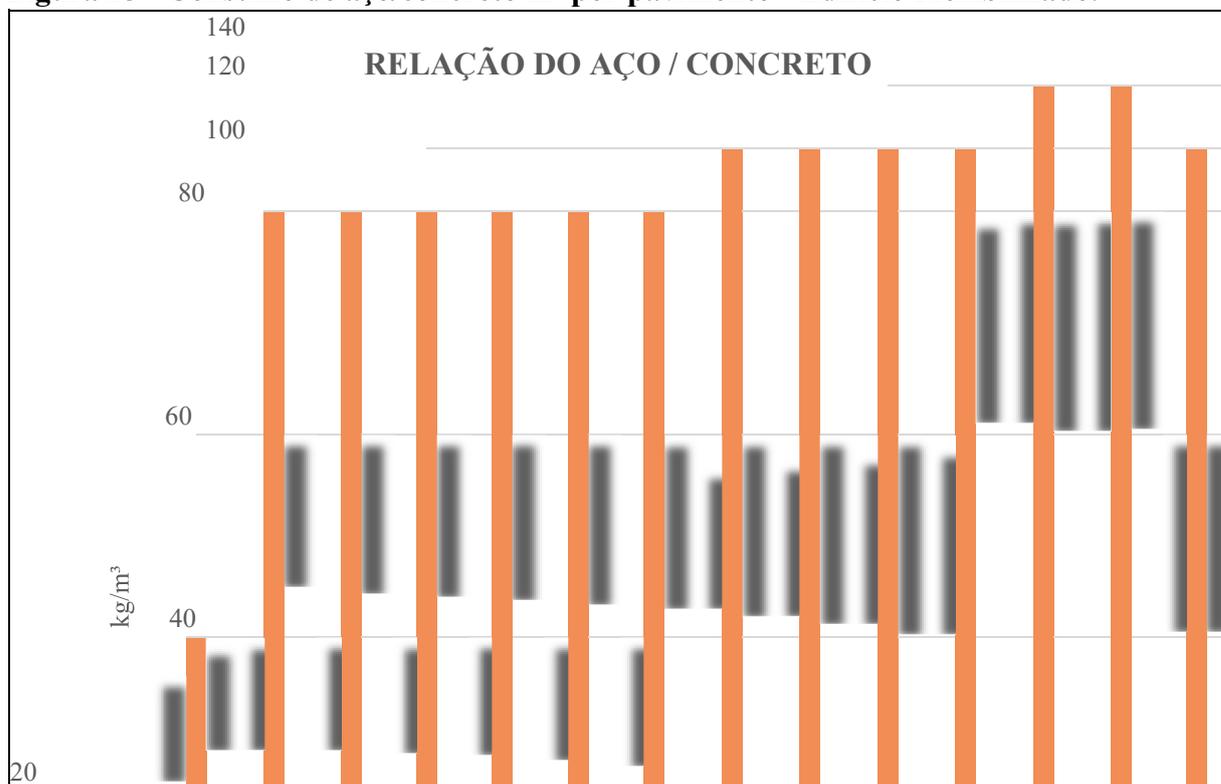
Tabela 3 – Resultados da análise de estabilidade global do Exemplo – softwares Eberick.

AÇÕES	FLEXIVEL		RÍGIDO	
	EIXO X	EIXO Y	EIXO X	EIXO Y
Momento de tombamento de cálculo (tf.m)	372.90	2187.03	372.90	2187.03
Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)	53.59	185.13	49.65	185.17
Gama-Z	1.17	1.09	1.15	1.09

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação ao consumo de material, foi elaborado gráfico para se observar a diferença consumo de material entre a estrutura flexibilizada ou rígida em relação ao aço e concreto. Na **Figura 15**, é possível observar o consumo por pavimento, facilitando, assim, a identificação do pavimento que requer uma atenção redobrada ao ser analisado.

Figura 15 - Consumo de aço/concreto m³ por pavimento - Edifício Flexibilizado.



	COBERTURA	PAV. 12	PAV. 11	PAV. 10	PAV. 9	PAV. 8	PAV. 7	PAV. 6	PAV. 5	PAV. 4	PAV. 3	PAV. 2	PAV. 1	TERREO
■ Estrutura Rígida	56,8	60,5	61,1	62,6	64,3	67,3	70,9	78,2	87,1	95,3	105,7	119,6	124,1	111
■ Estrutura Flexível	57,1	84,6	89	90,7	92,3	95,2	97	101,6	106,2	111,9	116,6	123,2	123,9	111

Fonte: Elaborado pelos autores

Já a **Tabela 4** apresenta o resumo por material em relação à **Figura 15**, permitindo, dessa maneira, a análise mais acessível dos gastos por pavimento, enquanto a **Tabela 5**, traz um resumo total por elementos estruturais, que compõe o edifício.

Tabela 4 – Resumo por materiais e pavimentos

Pavimento	Peso do aço +10 % (kg)		Volume de concreto (m³)		Consumo de aço (kg/m³)	
	Rígida	Flexível	Rígida	Flexível	Rígida	Flexível
COBERTURA	2494,6	2504,5	43,9	43,9	56,8	57,1
PAV.12	2654,1	3712,6	43,9	43,9	60,5	84,6
PAV.11	2680,9	3905,5	43,9	43,9	61,1	89
PAV.10	2745,8	3980,3	43,9	43,9	62,6	90,7
PAV.9	2820,8	4052,2	43,9	43,9	64,3	92,3
PAV.8	2954,3	4179,1	43,9	43,9	67,3	95,2
PAV.7	3113	4257,8	43,9	43,9	70,9	97
PAV.6	3430,8	4461,5	43,9	43,9	78,2	101,6
PAV.5	3824,6	4660,4	43,9	43,9	87,1	106,2
PAV.4	4181,4	4912,8	43,9	43,9	95,3	111,9
PAV.3	4640,2	5116,4	43,9	43,9	105,7	116,6
PAV.2	5248,5	5408,4	43,9	43,9	119,6	123,2
PAV.1	5445,4	5436,7	43,9	43,9	124,1	123,9
TERREO	2146,6	2146,2	19,3	19,3	111	111
TOTAL:	48381,00	58734,40	590,00	590,00	82,00	99,55

Fonte: Elaborado pelos autores

Na **Tabela 5**, pode-se analisar o consumo de aço e concreto das lajes, vigas e pilares conforme variação na flexibilização da ligação viga-pilar. Observa-se que, em relação à quantidade de concreto dos elementos estruturais, houve pouca variação entre os modelos rígido e flexibilizado, no entanto o consumo de aço apresentou divergências, principalmente em relação à taxa de armadura dos pilares. Constatou-se que, pelo fato de o modelo flexibilizado, propiciar uma maior deslocabilidade lateral da estrutura, isso conduziu à um acréscimo de momento fletor e conseqüentemente uma maior taxa de armadura nos pilares, diferença de aproximadamente 73%.

Tabela 5 – Resumo de aço e concreto por elemento estrutural - Edifício flexibilizado.

DESCRIÇÃO	CLASSE	Rígida	Flexível	Rígida	Flexível	Rígida	Flexível	Rígida	Flexível
		Vigas	Vigas	Pilares	Pilares	Lajes	Lajes	Total	Total
	CA50	20731,1	20880,3	11455,7	21622,9	7540,4	7772,5	39727,2	50275,7

Peso total + 10% (kg)	CA60	2281,0	2246,3	2001,8	1784,8	4370,7	4427,4	8653,5	8458,6
	Total	23012,1	23126,6	13457,6	23407,7	11911,1	12199,9	48380,8	58734,3
Volume concreto (m³)	C-25	246,4	246,4	92,2	92,2	251,3	251,3	589,9	589,9
Consumo de aço (kgf/m³)		93,4	93,9	145,9	253,8	47,4	48,5	82,00	99,6

Fonte: Elaborado pelos autores

CONCLUSÕES

Após a análise da estabilidade global da edificação, através do parâmetro Gama-Z, pode-se concluir que:

- ✦ Em relação ao parâmetro Gama-Z, verificou-se que na direção Y, os dois modelos apresentaram valores idênticos para o parâmetro. Isso pode ter ocorrido em virtude da não flexibilização da ligação viga-pilar na direção Y garantindo a manutenção da rigidez nessa direção pelo efeito de pórtico. Já na direção X, verificou-se valores de Gama-Z da ordem de 1,10 e 1,17 para as estruturas com ligações ditas rígidas e flexibilizadas, respectivamente.
- ✦ A flexibilização da ligação viga-pilar na direção de menor inércia do pilar não promoveu aumento significativo no peso próprio da estrutura.
- ✦ Observou-se que, na estrutura com ligação flexibilizada, obteve-se um maior consumo de aço nos pilares visto que a maior deslocabilidade provocada pela flexibilização na direção X promoveu um aumento do momento fletor e conseqüentemente da área de aço dos pilares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar ao longo desta jornada e estender minha gratidão a todos que foram fundamentais nessa conquista. À minha mãe, pelo apoio e força incondicional. Ao Professor Hebert Oliveira, sou grato não apenas por compartilhar seus conhecimentos, mas também por se tornar um amigo e mentor ao longo desses anos, à professora Camila Ferreira, cujas bases sólidas e inspiradoras no início da faculdade me prepararam para os desafios que encontrei ao longo do curso. A todos os demais professores, colegas de turma, amigos e familiares, meu sincero agradecimento por todo o apoio e encorajamento. Por fim, expresso minha gratidão ao meu orientador Gabriel Fernandes e aos colegas de trabalho Lhaysla Rodrigues Santos e Marcos Eduardo Souza Cavalcante, pelo suporte e ajuda na realização e conclusão deste trabalho.

Karan Tum

Imensa alegria que dedico estas palavras de agradecimento. Em primeiro lugar, agradeço a Deus, cuja presença em momentos da minha vida é fundamental. Em segundo lugar, a meu filho Henry, que é a luz dos meus dias, trazendo amor e força. De forma especial, direciono meu agradecimento aos meus pais, minha irmã e meu irmão que estiveram ao meu lado durante toda a jornada letiva. Agradeço também aos amigos que compartilharam cada passo dessa trajetória comigo. Estiveram presentes nos momentos de alegria, celebrando as conquistas, e nos momentos difíceis, oferecendo o consolo e encorajamento tão necessários. Cada gesto de apoio e carinho foi recebido com gratidão em meu coração. Por fim, expresso minha gratidão ao meu orientador Gabriel Fernandes e aos colegas de trabalho Karan Tum e Marcos Eduardo Souza Cavalcante, pelo suporte e ajuda na realização e conclusão deste trabalho.

Lhaysla Rodrigues Santos

Antes de tudo, manifesto minha profunda gratidão a Deus por tudo que tem proporcionado em minha jornada. Sua presença constante tem sido fonte de conforto e direcionamento nos momentos de alegria e tristeza, conduzindo-me pelo caminho correto. Gostaria também de expressar minha sincera apreciação a meu pai e minha mãe, cujo apoio e assistência foram fundamentais em todas as etapas desta trajetória. Dedico-lhes tudo o que alcancei, pois sem seu amor e cuidado, eu não seria quem sou. Não posso deixar de agradecer aos meus irmãos, cujo apoio incondicional esteve sempre presente, e a meus amigos, que foram um suporte valioso em diversas ocasiões e merecem igualmente meus agradecimentos. Também é de extrema importância mencionar meus colegas de trabalho, aos quais sou grato pela colaboração e camaradagem durante o percurso. Agradeço especialmente a Lhaysla Rodrigues Santos, minha amiga, cujo apoio foi imprescindível tanto em questões acadêmicas quanto na vida pessoal, sempre presente e preocupada com o meu bem-estar. Não posso esquecer-me de Karan Tum, membro do nosso trio, cuja amizade é de grande valor para mim, além disso, estendo minha gratidão ao meu orientador, Gabriel Fernandes, cuja orientação foi essencial para a realização deste trabalho. Por fim, dedico um agradecimento a mim mesmo por perseverar em busca de minhas conquistas, não desistindo dos meus sonhos mesmo nos momentos mais desafiadores. Comprometo-me a manter sempre uma postura de respeito e gratidão para com todos que cruzam meu caminho, bem como aqueles que ainda cruzarão.

Marcos Eduardo Souza Cavalcante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VALANDRO, Amanda; TROMBETTA, Dâmaris Thaise. **Estabilidade global de edifícios: aplicação do parâmetro de instabilidade α e processo P-Delta**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ALVES, Elcio Cassimiro; PAIXÃO, João Fernando Martins. Análise de estabilidade global em edifícios altos. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, 2017.

DINIZ, CWS; LAGES, E. N.; BARBOZA, ASR. Estabilidade global de sistemas estruturais de edifícios considerando a ligação viga-pilar parede. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 12, p. 705-737, 2019.

RODRIGUES, Ranyelle Christian Dias et al. Confiabilidade da autoavaliação das práticas de segurança do paciente instituídas pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária: um estudo piloto. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 32, 2022.

ARAÚJO, José Milton de. Modelos para previsão do módulo de deformação longitudinal do concreto: NBR-6118 versus CEB. 2008.

DINIZ, CWS; LAGES, E. N.; BARBOZA, ASR. Estabilidade global de sistemas estruturais de edifícios considerando a ligação viga-pilar parede. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 12, p. 705-737, 2019.

BUENO, Mônica Maria Emerenciano. Avaliação dos parâmetros de instabilidade global em estruturas de concreto.

VIEIRA, Vitor Vinicius Santos; RODRIGUES, S. J.; VELOSO, Luis Augusto Conte Mendes. Análise da estabilidade global de edifícios de concreto armado utilizando o coeficiente γ z. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, v. 10, p. 1113-1140, 2017. armado. 2009.

PEREIRA, Edrwins Hanmses Neto; OLIVEIRA, Carlos Martins; DAVI, Hérbete Hálamo Rodrigues Caetano. Avaliação da estabilidade global em edifícios de concreto armado pelo coeficiente gama-Z e processo P-delta. **TECNOLOGIA & INFORMAÇÃO-ISSN 2318-9622**, v. 2, n. 3, p. 44-53, 2015.

FEITOSA, L. A.; ALVES, E. C. Estudo da estabilidade global de edifícios altos com lajes protendidas. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 8, p. 196-224, 2015.

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

LACERDA, Maiza Moana Silva, et al. "Avaliação dos critérios para análise da estabilidade global em edifícios de concreto armado: estudo de caso." (2014).