



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS VIII - ARARUNA  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**VINYCIUS RUFINO DOS SANTOS SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS SOFTWARES DE DIMENSIONAMENTO  
ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA  
DE PEQUENO PORTE**

**ARARUNA – PB  
2018**

**VINYCIUS RUFINO DOS SANTOS SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS SOFTWARES DE DIMENSIONAMENTO  
ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA  
DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Orientador: Prof. Me. Leonardo Medeiros da Costa

**ARARUNA - PB  
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

5586a Silva, Vinycius Rufino dos Santos.  
Análise comparativa entre dois softwares de dimensionamento estrutural em concreto armado: [manuscrito] : estudo de caso de uma obra de pequeno porte / Vinycius Rufino dos Santos Silva. - 2018.  
35 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2018.

\*Orientação : Prof. Me. Leonardo Medeiros da Costa ,  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS.\*

1. Dimensionamento estrutural. 2. CypeCAD. 3. Eberick.

21. ed. CDD 624.17

VINYCIUS RUFINO DOS SANTOS SILVA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS SOFTWARES DE DIMENSIONAMENTO  
ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA DE  
PEQUENO PORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
ao curso de Engenharia Civil da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Aprovada em: 20/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Me. Leonardo Medeiros da Costa (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. Me. Eduardo Moraes de Medeiros  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. Marinaldo dos Santos Júnior  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, pela dedicação e todo sacrificio  
durante minha caminhada, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por tudo que sou e por ter me iluminado durante esta caminhada.

À minha família, em especial aos meus pais, Veneziano e Sigerlândia, que possibilitaram que chegasse até essa etapa, incentivando e apoiando durante todos os momentos da minha vida.

À minha vó Francisca, por ser mais que uma avó, pela preocupação e proteção de sempre. Aos meus tios, por todo apoio e carinho

Ao professor Leonardo, que me orientou neste trabalho, me dando suporte e confiança na elaboração do mesmo.

Aos meus amigos, que me acompanharam e estiveram ao meu lado durante toda essa jornada.

Aos que conviveram comigo no Campus VIII, em especial aos meus colegas de turma e aos meus conterrâneos, Romel e Lucas, por todo incentivo e auxílio.

Aos meus amigos/irmãos que fiz durante a graduação: Robério, Maick, João Carlos, Robertinho, Ramon, Felipe, Sebastião e Alex que foram essenciais em toda jornada e compartilharam todos os momentos vividos nesses últimos anos.

E aos demais que não foram citados, mas que me ajudaram em toda essa caminhada, muito obrigado.

“Algo só é impossível até que alguém duvide e resolva provar ao contrário.”

Albert Einstein

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
2.1. OBJETIVO GERAL .....	8
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	8
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	8
3.1. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS .....	8
<b>3.1.1. CypeCAD</b> .....	9
3.1.1.1. Lançamento da estrutura no software.....	9
<b>3.1.2. Eberick</b> .....	11
3.1.2.1. Lançamento da estrutura no software.....	12
3.2. CARGAS PARA O CÁLCULO DA ESTRUTURA .....	14
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	14
4.1. PROJETO ARQUITETÔNICO .....	15
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	19
5.1. CARGAS NA FUNDAÇÃO.....	19
5.2. VOLUME DE CONCRETO E ÁREA DE FÔRMAS .....	21
5.3. ESFORÇOS.....	22
5.4. DESLOCAMENTOS .....	25
5.5. TAXA DE ARMADURA .....	27
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30
ANEXO B – DESLOCAMENTOS DAS VIGAS .....	33
ANEXO C – DESLOCAMENTOS DAS LAJES.....	35



## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DOIS SOFTWARES DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA DE PEQUENO PORTE

Vinycius Rufino Dos Santos Silva\*

### RESUMO

A evolução tecnológica com o advento de programas computacionais revolucionou a engenharia estrutural, onde a rapidez de processamento dos cálculos e ferramentas computacionais permitiram uma análise mais sofisticada e prática. Dessa forma, o mercado da construção civil apresenta diversos programas que realizam dimensionamento e análise estrutural. Sendo assim, o presente trabalho pretende realizar um comparativo entre dois softwares atualmente utilizados no mercado brasileiro, CypeCAD 2016 e Eberick v10, com o intuito de avaliar as diferenças no lançamento da estrutura e nos resultados de esforços finais e quantitativos de materiais. Para a realização do estudo foram lançadas nos programas duas estruturas de forma idêntica, seguindo os mesmos critérios normativos e de cálculo. Na análise estrutural dos softwares, os mesmos não apresentaram erros de dimensionamento, verificando assim os parâmetros normativos. O Eberick apresentou um carregamento maior de 2,97% com relação ao CypeCAD. A segunda análise feita foi o volume de concreto e fôrmas, que ficou maior 1,31% e 11,97%, respectivamente, maior no Eberick. Também para este último, houve um maior deslocamento total das estruturas com relação ao CypeCAD. E por último, foi analisado a taxa de armaduras obtidas, onde houve uma diferença de 3,80% a mais no Eberick, sendo esta significativa na comparação de sapatas e pilares.

**Palavras-Chave:** Dimensionamento estrutural. CypeCAD. Eberick.

### 1. INTRODUÇÃO

O concreto armado na construção civil é uma das técnicas construtivas mais difundidas no Brasil desde o início do século XX, muito devido a disponibilidade de recursos naturais existentes e da mão de obra relativamente barata. Junto com o grande número de construções em concreto armado, tem-se que o desenvolvimento técnico e tecnológico das mesmas demandam maior rapidez e precisão principalmente em relação a elaboração de projetos estruturais, surgindo, então, o uso de ferramentas. O uso de programas computacionais gerou um ganho em produtividade e dinamismo na elaboração de projetos e além de promover maior confiabilidade devido a ser um processo mecanizado, menos suscetível ao erro.

---

\* Aluno de Graduação em Engenharia civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.  
E-mail: vinyciusr@hotmail.com

De acordo com Canaes (apud LONGO, 2008) “atualmente pode-se afirmar que dificilmente um projeto estrutural é elaborado sem o auxílio de alguma ferramenta computacional. Isto ocorre não pela impossibilidade de garantir projetos seguros e econômicos através de processos manuais de cálculos de estruturas, mas pela agilidade, otimização e automação que se obtém com a utilização de programas computacionais”.

No mercado atual, existem uma variedade de softwares que fornecem e detalham toda modelagem estrutural, mas deve-se ressaltar que a participação de um engenheiro habilitado é indispensável, devido ao seu conhecimento e experiência, possibilitando um projeto seguro e confortável. Outro fator relevante que não dispensa a presença de um engenheiro, ocorre nas etapas mais importantes de definição do projeto estrutural, onde deve-se inserir todas as considerações: De projeto, na entrada de dados e interpretar das saídas de dados do software.

Por fim deve-se destacar que para elaboração de um projeto estrutural é necessário utilizar requisitos básicos exigíveis de segurança e desempenho, que estão presentes nas normas de projetos, as quais visam garantir que as edificações em geral sejam seguras e desempenham de forma satisfatória suas funções ao longo de sua vida útil.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Analisar dois programas comerciais para cálculo e detalhamento de estruturas atualmente utilizados no Brasil, CYPECAD e EBERICK, nas versões 2016 e v10, respectivamente.

### **2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Avaliar os resultados quanto aos esforços internos solicitantes, deslocamentos, volume e quantitativo de materiais e o detalhamento da estrutura.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **3.1. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS**

Ao longo desse capítulo serão abordadas as características e particularidades dos softwares supracitados, a fim de dar um embasamento e contextualização sobre o ambiente de trabalho de cada um.

### 3.1.1. CypeCAD

Segundo a MULTIPLUS SOFTWARES TÉCNICOS (2018), o CypeCAD é um programa para projeto estrutural em concreto armado, pré-moldado, protendido e misto de concreto e aço que engloba as etapas de lançamento do projeto, análise e cálculo estrutural, dimensionamento e detalhamento final.

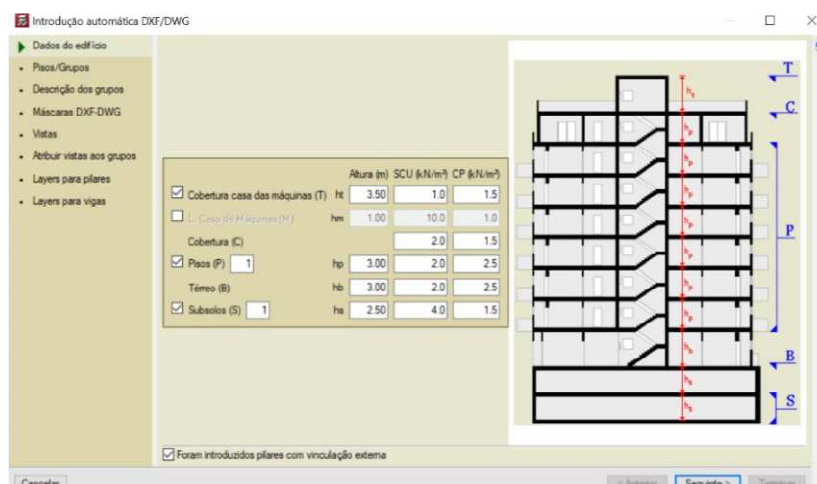
O CypeCAD possui uma plataforma CAD própria, facilitando o trabalho em sua interface gráfica e possibilitando o lançamento automático da estrutura a partir da planta da arquitetura.

A análise das solicitações e o cálculo da estrutura é executado através de um pórtico espacial em três dimensões, por métodos matriciais de rigidez, considerando simultaneamente todos os elementos que definem a estrutura: pilares, paredes, vigas e lajes. Na sua análise também é considerado o efeito de 2ª ordem oriundo de ações como a do vento e sismos.

#### 3.1.1.1. Lançamento da estrutura no software

Inicialmente, o CypeCAD 2016 fornece a tela para a introdução dos dados referentes ao números de pavimentos e altura piso a piso entre os mesmos, conforme ilustra a figura 1:

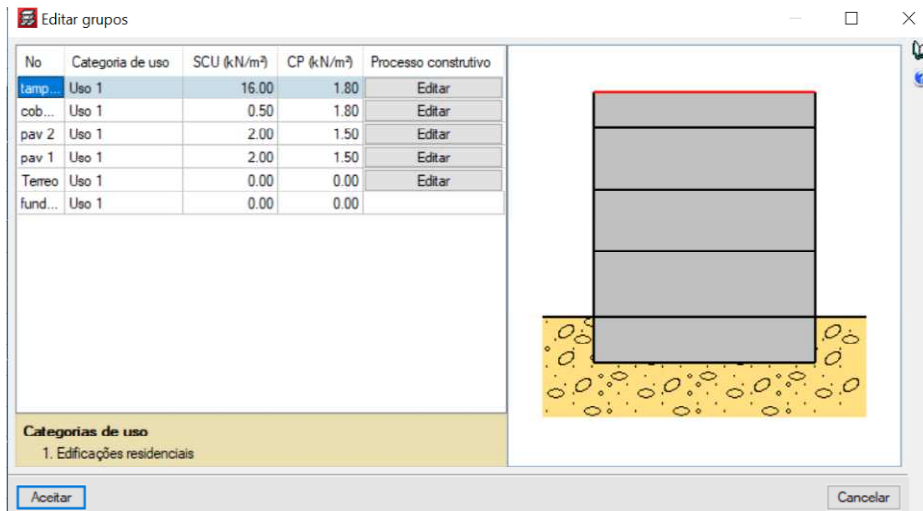
**Figura 1:** Definição dos pavimentos no CypeCAD 2016



Fonte: CypeCAD, 2016

Posteriormente, deve-se definir as cargas permanentes e acidentais de cada pavimento.

**Figura 2:** Determinação das cargas na estrutura



Fonte: CypeCAD, 2016

Após a definição das cargas, ocorre a determinação dos dados gerais da estrutura, como as normas que serão configuradas, as propriedades do concreto e do aço, as tabelas de armaduras pré-estabelecidas, a ação de vento e sismos. Sendo somente considerada a ação de vento, dentre as últimas duas ações.

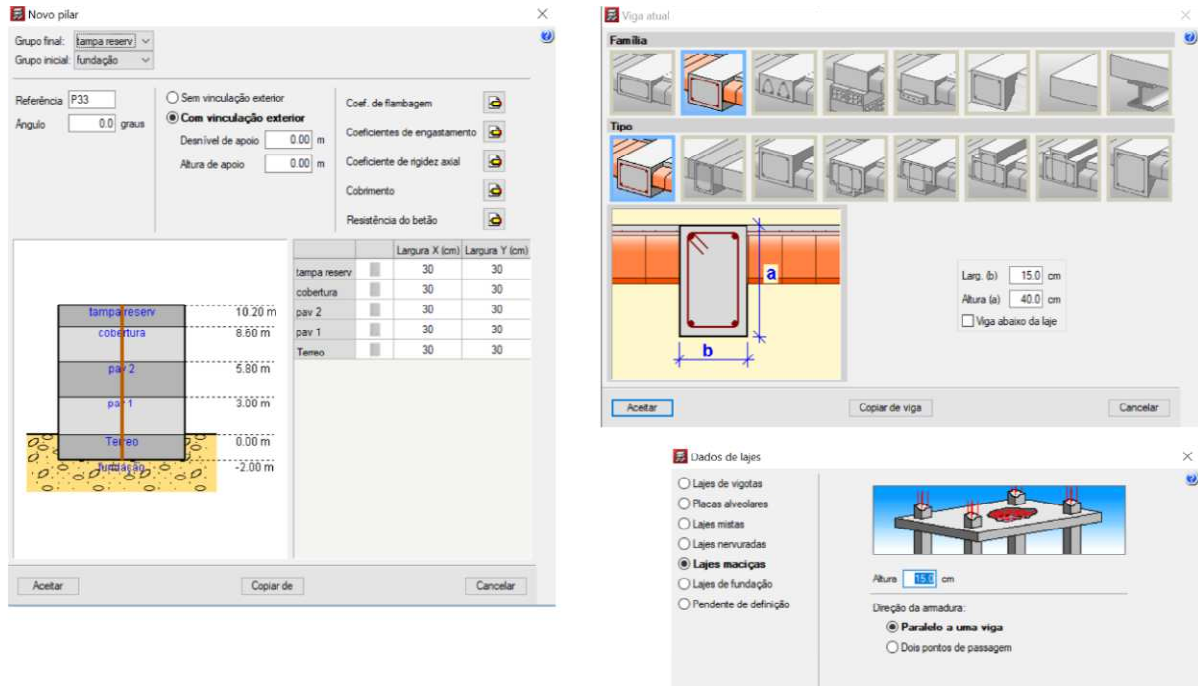
**Figura 3:** Dados gerais da estrutura no CypeCAD 2016



Fonte: CypeCAD, 2016

E no lançamento dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) é definido o tipo e as seções das mesmas.

**Figura 4:** Lançamento dos elementos estruturais



Fonte: CypeCAD, 2016

### 3.1.2. Eberick

O Eberick é desenvolvido pela empresa AltoQi, e como o primeiro, habitualmente é usado para o dimensionamento de estruturas em concreto armado.

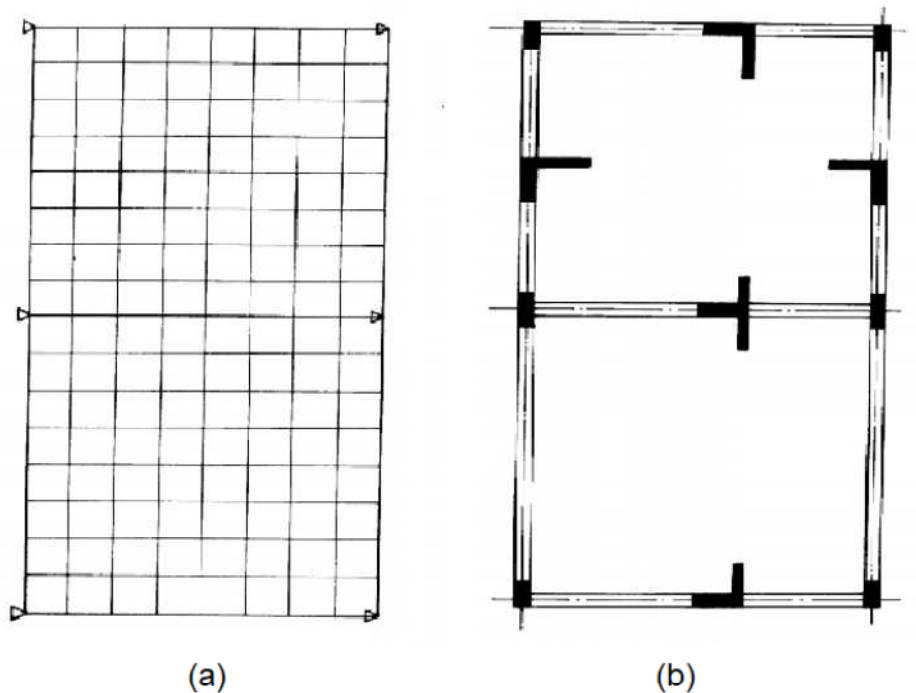
Segundo a AltoQi (2018), É um software para elaboração de projetos estruturais em concreto armado moldado *in-loco*, pré-moldado, alvenaria estrutural e estruturas mistas, que possui recursos para agilizar etapas de modelagem. Além disso, realiza a análise da estrutura, o dimensionamento das peças estruturais, a compatibilização com as demais disciplinas de projeto e a geração de pranchas finais contendo detalhamentos das armaduras e planta de formas.

Para proporcionar maior poder de customização do projeto, o programa é dividido em módulos, e ocorre de acordo com as necessidades do projetista

O programa é baseado no processo de cálculo de discretizar a estrutura através de um pórtico espacial composto por vigas e pilares e utilizar a analogia de grelhas nos painéis das lajes, as quais transmitem suas reações para as vigas que estão apoiadas.

Carvalho (1994) destaca que o modelo de grelha é um procedimento simples que pode ser usado para o cálculo dos esforços e deslocamentos de pavimentos de edifícios, desde que não sejam consideradas as desproporcionalidades presentes na estrutura (não linearidades físicas). O procedimento consiste em substituir a placa (laje) por uma malha equivalente de vigas (grelha equivalente).

**Figura 5:** (a) Discretização do pavimento por meio de grelha onde os pilares funcionam como apoio simples. (b) Planta de um pavimento hipotético com vigas e lajes.



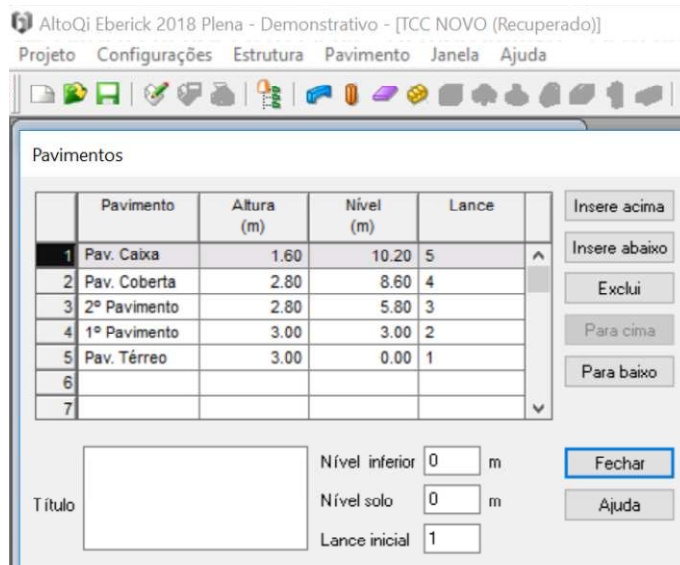
**Fonte:** CARVALHO (1994)

A análise estrutural é feita pelo método da rigidez direta, cujo objetivo é determinar os efeitos das ações na estrutura para que possam ser feitas as verificações dos estados limites últimos e de utilização. Os resultados da análise, basicamente são os deslocamentos nodais, os esforços internos e as reações nos vínculos de apoio. (VERGUTZ E CUSTÓDIO, 2010)

### 3.1.2.1. Lançamento da estrutura no software

Inicialmente, deve-se realizar o lançamento da estrutura, indicando o nome do pavimento e a altura em que se encontra em relação ao pavimento inferior.

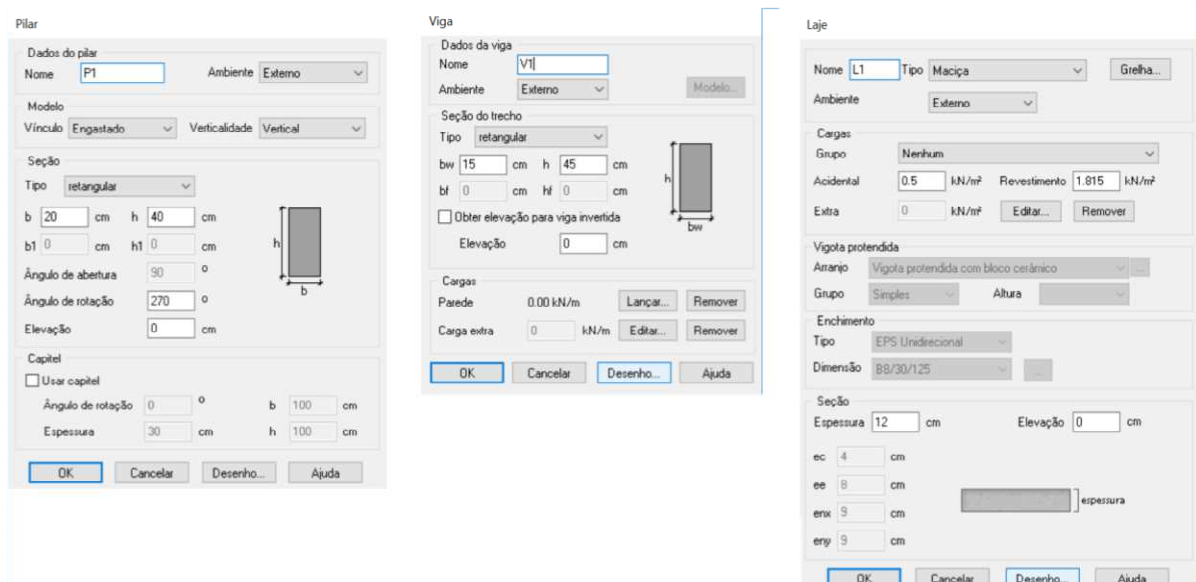
**Figura 6:** Lançamento da estrutura



**Fonte:** Eberick v10, 2018

Na aba Croqui de cada pavimento é realizada a inserção dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes). Posteriormente, na introdução dos três elementos deve-se definir tipo e seção dos mesmos. As cargas permanentes e acidentais são informadas individualmente na adição das lajes. E as cargas de alvenaria são determinadas na inserção das vigas.

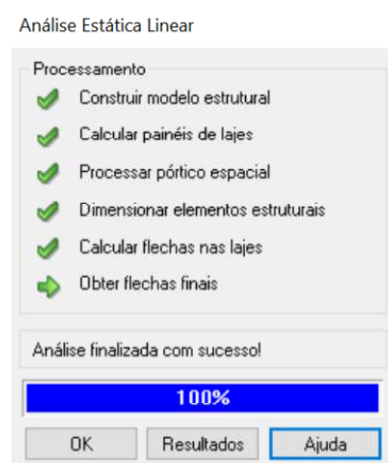
**Figura 7:** Definição da configurações dos elementos estruturais



**Fonte:** Eberick v10, 2018

Após a introdução de todos os elementos e configurações da edificações é realizado o processamento da estrutura, onde o software segue a seguinte linha de processamento na análise estática linear, conforme ilustra a Figura 8:

**Figura 8:** Sequência do processamento da estrutura



**Fonte:** Eberick v10, 2018

### 3.2. CARGAS PARA O CÁLCULO DA ESTRUTURA

As cargas atuantes seguiram os critérios estabelecidos na NBR 6120 (ABNT, 1980). Para a consideração dos carregamentos em uma estrutura de edifícios, os mesmos são definidos em carregamentos permanentes e acidentais. Segundo a norma brasileira, o carregamento permanente é constituído pelo peso próprio da estrutura e pelo peso de todos os elementos construtivos fixos e instalações permanentes. O carregamento acidental é todo aquele que pode atuar sobre a estrutura de edificações em função do seu uso (pessoas, móveis, materiais, diversos, veículos etc.).

## 4. METODOLOGIA

O estudo tomou como base uma estrutura real, na qual o lançamento da estrutura seguiu os mesmos parâmetros, mantendo assim a mesma seção transversal dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) e seus respectivos comprimentos. Os critérios de cargas atuantes, materiais utilizados e vinculação entre os elementos estruturais também foram mantidos, com o objetivo de ter uma análise representativa dos modelos de cálculos utilizados.

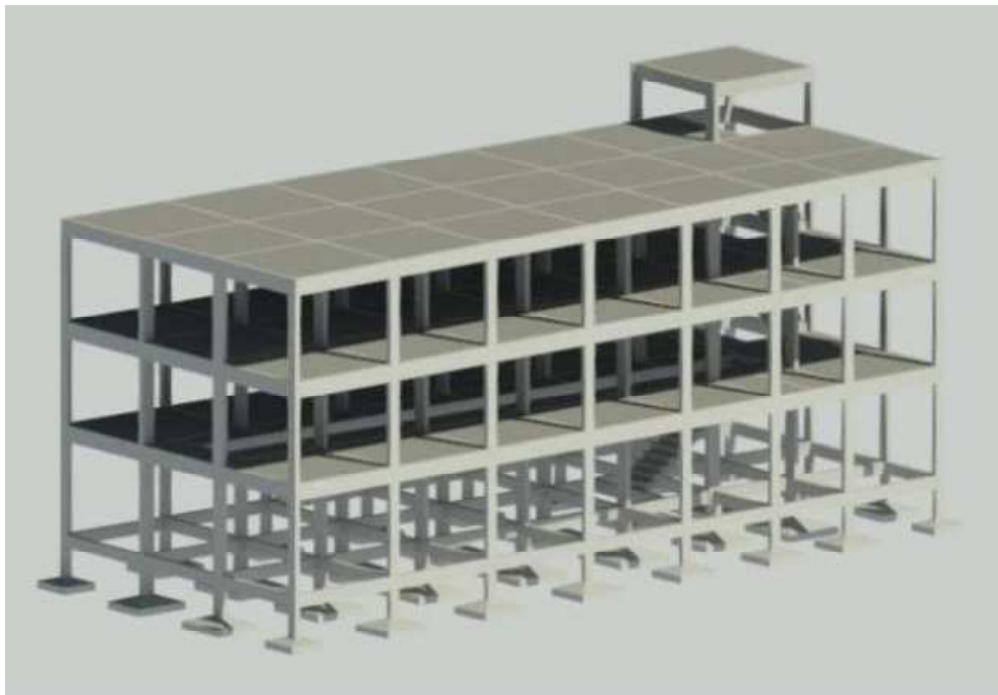


Após lançamento das estruturas, propriedades físicas e mecânicas e aplicação dos carregamentos, a estrutura foi processada e então foi realizada a análise dos resultados gerados pelos programas e a discussão das principais configurações e consideração de cálculo em cada software. Para a modelagem da estrutura foi seguido as recomendações das normas: NBR 6118 (ABNT, 2014), NBR 6120 (ABNT, 1980), NBR 6123 (ANBT, 1988) e a NBR 8681 (ABNT, 2003).

#### 4.1. PROJETO ARQUITETÔNICO

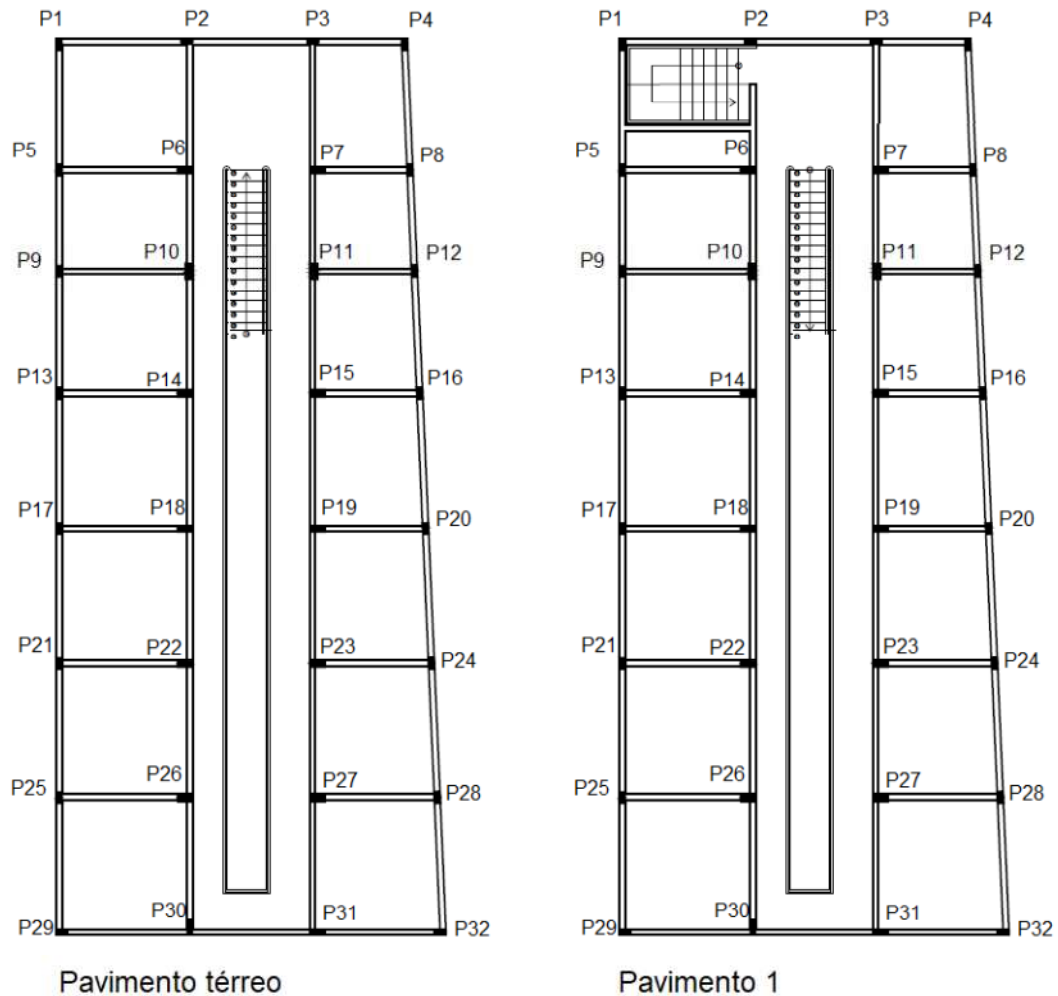
A estrutura adotada para o estudo foi um edifício empresarial, localizado na cidade de Pilões – PB. O empresarial é composto por 5 níveis, sendo térreo, 2 pavimentos tipo, cobertura e reservatório, conforme ilustra a Figura 9:

**Figura 9:** Perspectiva da edificação



**Fonte:** Próprio autor

Na Figura 10 é apresentado as plantas baixa do pavimento térreo e pavimento 1, que são tomadas como base para a modelagem nos dois softwares de dimensionamento estrutural.

**Figura 10:** Planta baixa dos pavimento térreo e do pavimento 1

**Fonte:** Próprio autor

Para as cargas atuantes na edificação foram obedecidos os parâmetros de uso e ocupação de escritórios, com salas de uso geral e banheiro, e seus valores para cada pavimento estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Cargas atuantes

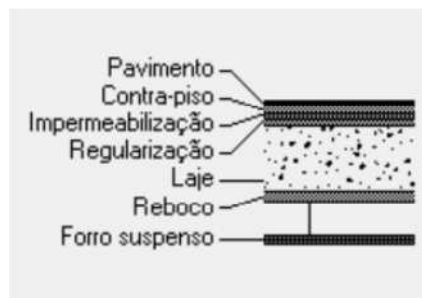
Pavimento	Categoria de uso	Carga permanente (kN/m <sup>2</sup> )	Carga acidental (kN/m <sup>2</sup> )
Reservatório	Reservatório	1,80	16,00
Coberta	Forros	1,80	0,50
Pavimento 2	Escritórios	1,50	2,00
Pavimento 1	Escritórios	1,50	2,00
Térreo	Escritórios	0,00	0,00
Fundação	Escritórios	0,00	0,00

**Fonte:** Próprio autor

Devido às restrições nas versões dos programas utilizados, a carga no reservatório foi adotada de  $16,00 \text{ kN/m}^2$ , para simular uma caixa de água de 1,60 metros de altura, considerando que o peso específico da água é de  $10,00 \text{ kN/m}^3$ . Além das cargas atuantes, foi considerado a ação do vento na estrutura, que possui configuração de acordo com a localização da edificação no mapa de isopleias, conforme expressa a NBR 6123 (ABNT,1988).

As cargas permanentes da Tabela 1, foram obtidos através de parâmetros conforme estabelece a NBR 6120 (ABNT, 1980), e estão exemplificadas na Figura 11 e Tabelas 2 e 3.

**Figura 11:** Disposição típica dos revestimentos de uma laje



Fonte: Eberick v10, 2018

**Tabela 2:** Carga permanente do pavimento tipo

Camadas	Espessura (cm)	Peso específico ( $\text{kN/m}^3$ )	Revestimento por camada ( $\text{kN/m}^2$ )
Pavimento	1,00	18,00	0,18
Contra-piso	5,00	21,00	1,05
Impermeabilização	0,00	12,00	0,00
Regularização	0,00	21,00	0,00
Reboco	1,30	21,00	0,27
Forro suspenso	0,00	12,50	0,00
<b>Revestimento total (<math>\text{kN/m}^2</math>)</b>			<b>1,50</b>

Fonte: Próprio autor

**Tabela 3:** Carga permanente dos pavimentos cobertura e reservatório

Camadas	Espessura (cm)	Peso específico ( $\text{kN/m}^3$ )	Revestimento por camada ( $\text{kN/m}^2$ )
Pavimento	1,00	18,00	0,18
Contra-piso	3,00	21,00	0,63
Impermeabilização	0,50	12,00	0,06
Regularização	3,00	21,00	0,63
Reboco	1,50	21,00	0,31
Forro suspenso	0,00	12,50	0,00
<b>Revestimento total (<math>\text{kN/m}^2</math>)</b>			<b>1,80</b>

Fonte: Próprio autor

Para as cargas lineares, como o peso da alvenaria sobre a viga, foi admitido no dimensionamento que a mesma era constituída de blocos cerâmicos, com carga de 13,00 kN/m<sup>3</sup>, segundo a NBR 6120 (ABNT, 1980).

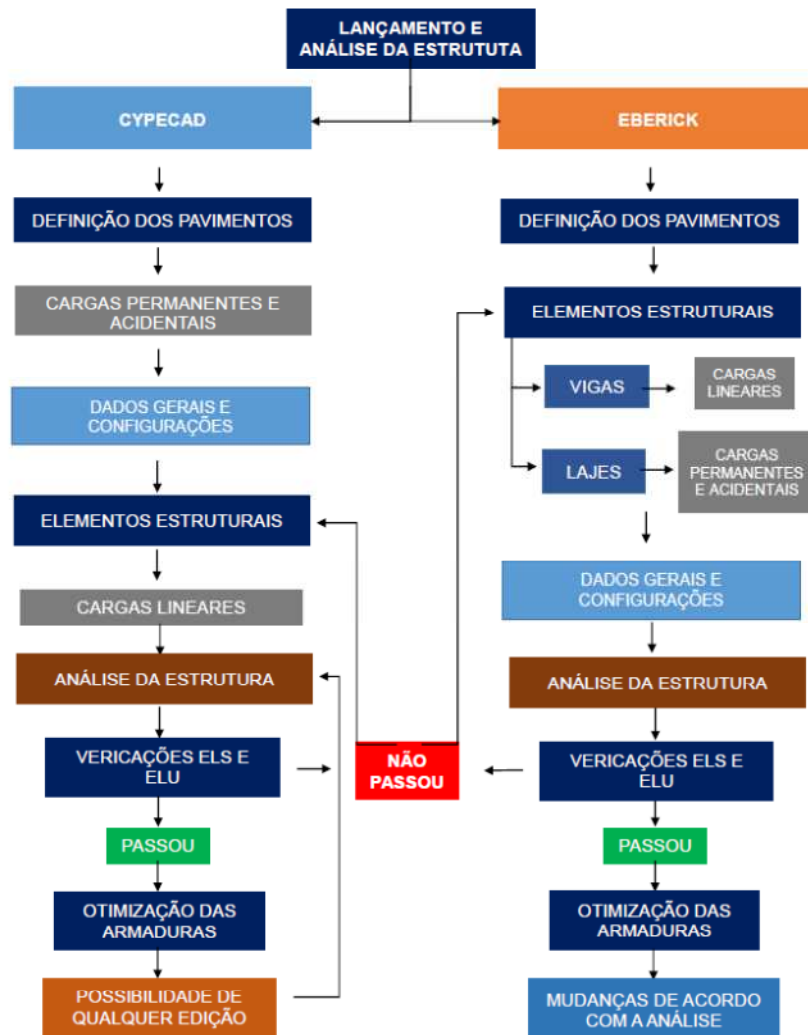
Já para os materiais utilizados e durabilidade foi consultado a NBR 6118 (ABNT, 2014), e de acordo com a localização do edifício em estudo foi estabelecido a classe de agressividade ambiental II, com agressividade moderada, classificação geral do tipo de ambiente urbano e com risco de deterioração da estrutura pequena. Desta forma, os softwares foram configurados com concreto C30 em todos seus elementos estruturais, e possuindo cobrindo nas peças externas e internas de 3 cm, nas vigas e pilares, e de 2,5 cm nas lajes.

Os elementos estruturais foram considerados totalmente engastados entre as vigas internas e as lajes, apoiados nas faces das vigas de contorno com as lajes.

Para realização da análise dos esforços e deslocamentos na estrutura, foram escolhidas 3 vigas e 3 lajes por cada pavimento, seguindo o critério de analisar duas com vãos menores e uma com vão maior. Não houve análise dos esforços nas lajes, devido ao CypeCAD 2016 não informar os resultados dos mesmos.

A seguir segue um fluxograma com a sequência das etapas de lançamento da estrutura, otimização da armadura e processamento da estrutura:

**Figura 12:** Sequência do lançamento e dimensionamento da estrutura



Fonte: Próprio autor

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os resultados obtidos em cada tabela deste item foram adquiridos dos resumos e relatórios fornecidos pelos programas em estudo, sendo apresentados nos itens a seguir:

### 5.1. CARGAS NA FUNDAÇÃO

A seguir são apresentadas as cargas na fundação obtidas dos programas, CypeCAD 2016 e Eberick v10, sendo considerado a combinação mais desfavorável em ambos softwares. O software CypeCAD 2016 não ilustra qual combinação mais desfavorável utilizou, então foi considerado a mesma combinação que o Eberick v10, para ser realizada uma análise representativa de forma coerente.

Tabela 4: Combinação mais desfavorável para cada software

Software	Combinação mais desfavorável
CypeCAD	PP + CP + Q + 0,6xV + 0,5xD
Eberick	

NOTAS:  
 PP = Peso próprio da estrutura;  
 CP = Carga permanente;

V = Ação do vento;  
 D = Desaprumo da estrutura;  
 Q = Sobrecarga;

Fonte: Próprio autor

Tabela 5: Cargas totais na fundação

Pilares	Axial (kN)		Relação Eberick/ Cype
	CypeCAD	Eberick	
P1	162,15	165,00	1,73%
P2	225,68	228,00	1,02%
P3	181,25	187,00	3,07%
P4	90,82	105,00	13,50%
P5	218,75	231,00	5,30%
P6	378,13	375,00	-0,83%
P7	297,33	295,00	-0,79%
P8	139,69	153,00	8,70%
P9	174,82	187,00	6,51%
P10	292,95	296,00	1,03%
P11	258,25	261,00	1,05%
P12	138,60	153,00	9,41%
P13	183,40	194,00	5,46%
P14	329,51	345,00	4,49%
P15	310,14	305,00	-1,69%
P16	159,87	175,00	8,65%
P17	190,69	201,00	5,13%
P18	343,17	344,00	0,24%
P19	329,05	326,00	-0,94%
P20	170,18	185,00	8,01%
P21	187,47	200,00	6,27%
P22	336,66	344,00	2,13%
P23	327,91	327,00	-0,28%
P24	173,49	189,00	8,21%
P25	202,51	211,00	4,02%
P26	346,69	350,00	0,95%
P27	362,46	357,00	-1,53%
P28	193,75	206,00	5,95%
P29	117,38	126,00	6,84%
P30	220,93	229,00	3,52%
P31	205,59	212,00	3,02%
P32	108,87	121,00	10,02%
<b>Total</b>	<b>7358,14</b>	<b>7583,00</b>	<b>2,97%</b>

Fonte: Próprio autor

Na coluna Relação Eberick/ Cype os valores positivos representam maior carga total na fundação no Eberick v10, consequentemente valores negativos representam maior carga no CypeCAD 2016. As cargas totais do edifício foram próximas, sendo 2,97% maior no Eberick em relação ao CypeCAD 2016, correspondendo a 224,86 kN.

## 5.2. VOLUME DE CONCRETO E ÁREA DE FÔRMAS

O volume de concreto e área de fôrmas a serem utilizados na execução do edifício foram obtidos pelos programas nos quantitativos de cada prancha. Na Tabela 6 e 7, os resultados estão dispostos por cada pavimento, sendo volume de concreto e áreas de formas, respectivamente.

**Tabela 6:** Volume de Concreto por elemento e por pavimento

Pavimentos	Programas	Laje (m <sup>3</sup> )	Vigas (m <sup>3</sup> )	Pilares (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Índice por m <sup>2</sup>
<b>Térreo</b>	CypeCAD	0,00	8,97	3,02	11,99	0,48
	Eberick	0,00	8,99	3,78	11,83	0,52
<b>Pavimento 1</b>	CypeCAD	16,54	13,82	4,68	35,04	0,18
	Eberick	16,40	13,97	5,01	35,38	0,18
<b>Pavimento 2</b>	CypeCAD	18,68	11,56	4,54	34,78	0,16
	Eberick	18,73	11,57	4,68	34,98	0,17
<b>Cobertura</b>	CypeCAD	18,68	11,56	4,54	34,78	0,16
	Eberick	18,73	11,57	4,68	34,98	0,17
<b>Reservatório</b>	CypeCAD	1,42	0,84	0,25	2,51	0,21
	Eberick	1,42	0,84	0,31	2,57	0,21

Fonte: Próprio autor

**Tabela 7:** Quantidade de áreas de fôrmas por elemento e por pavimento

Pavimentos	Programas	Laje (m <sup>2</sup> )	Vigas (m <sup>2</sup> )	Pilares (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )	Índice por m <sup>2</sup>
<b>Térreo</b>	CypeCAD	0,00	131,55	54,22	185,77	7,41
	Eberick	0,00	145,53	65,60	194,73	7,77
<b>Pavimento 1</b>	CypeCAD	165,36	170,11	83,74	419,21	2,14
	Eberick	164,00	217,31	95,10	476,41	2,44
<b>Pavimento 2</b>	CypeCAD	186,77	138,32	77,18	402,27	1,90
	Eberick	187,26	179,99	88,76	456,01	2,15
<b>Cobertura</b>	CypeCAD	186,76	138,32	77,18	402,26	1,90
	Eberick	187,26	179,99	88,76	456,01	2,15
<b>Reservatório</b>	CypeCAD	10,15	9,75	4,68	24,58	2,02
	Eberick	10,11	13,28	6,08	29,47	2,42

Fonte: Próprio autor

Nas Tabelas 8 e 9, os resultados estão dispostos por elementos estruturais (lajes, vigas e pilares), visando classificar melhor a diferença entre cada programa.

**Tabela 8:** Volume de Concreto total por elementos estruturais

<b>Elemento</b>	<b>CypeCAD</b>	<b>Eberick</b>
<b>Lajes (m<sup>3</sup>)</b>	55,32	55,28
<b>Vigas (m<sup>3</sup>)</b>	46,75	46,94
<b>Pilares (m<sup>3</sup>)</b>	17,03	18,46
<b>Volume total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>119,10</b>	<b>120,68</b>

Fonte: Próprio autor

**Tabela 9:** Quantidade de áreas de formas total por elementos estruturais

<b>Elemento</b>	<b>CypeCAD</b>	<b>Eberick</b>
<b>Lajes (m<sup>2</sup>)</b>	549,04	548,63
<b>Vigas (m<sup>2</sup>)</b>	588,05	736,10
<b>Pilares (m<sup>2</sup>)</b>	297,00	327,90
<b>Total de formas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1434,09</b>	<b>1612,63</b>

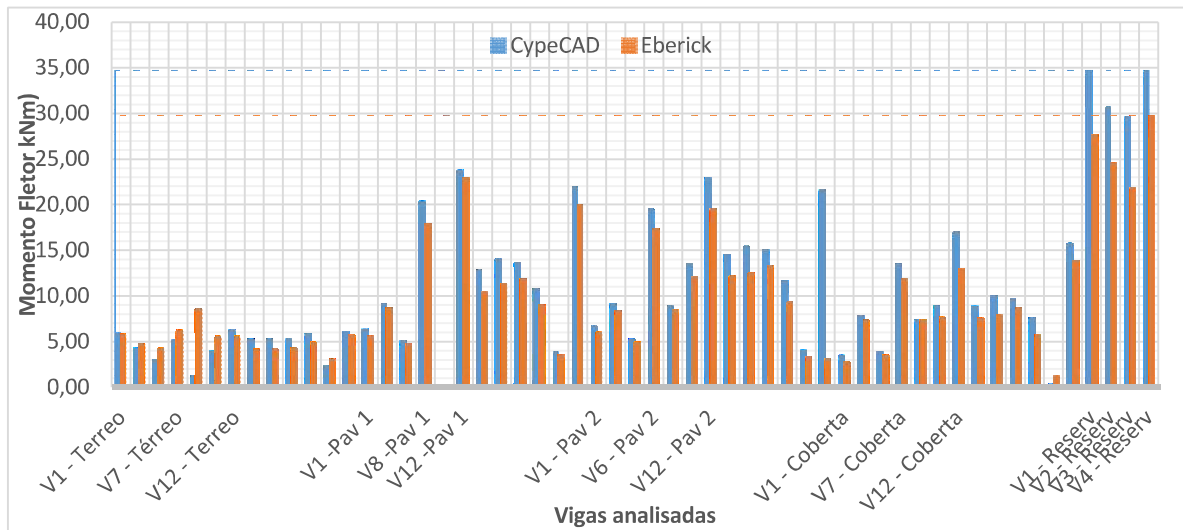
Fonte: Próprio autor

A diferença entre os programas no volume de concreto foi mínima, de 1,31%, já a quantidade de formas houve uma diferença significativa de 11,97%, correspondendo a um valor de 1,58 m<sup>3</sup> e 194,94 m<sup>2</sup>, respectivamente.

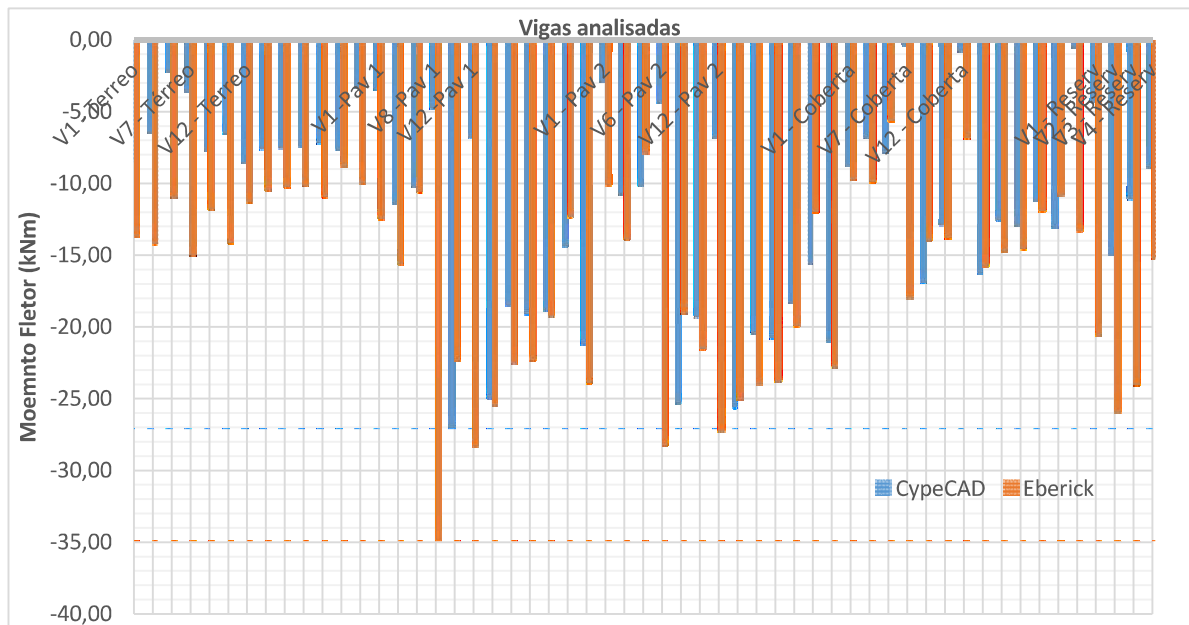
### 5.3. ESFORÇOS

Nos programas foi possível obter os esforços de momento fletor e cortante das vigas analisadas, os quais estão apresentadas no ANEXO A. Nas Figuras 13 e 14, é ilustrado a variação dos momentos (negativo e positivo) entre os dois softwares.



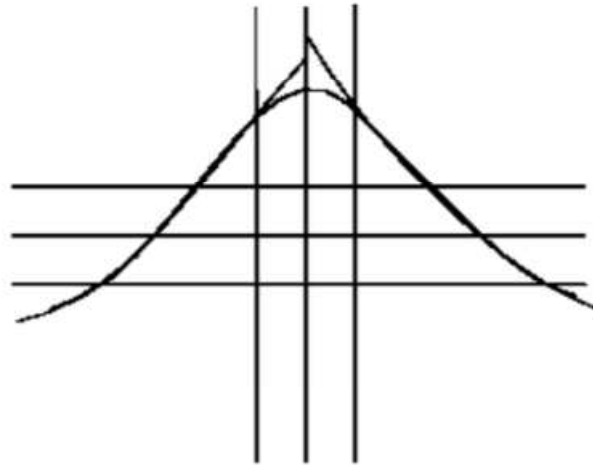
**Figura 13:** Momentos positivos das vigas em análise

Fonte: Próprio autor

**Figura 14:** Momento negativo das vigas em análise

Fonte: Próprio autor

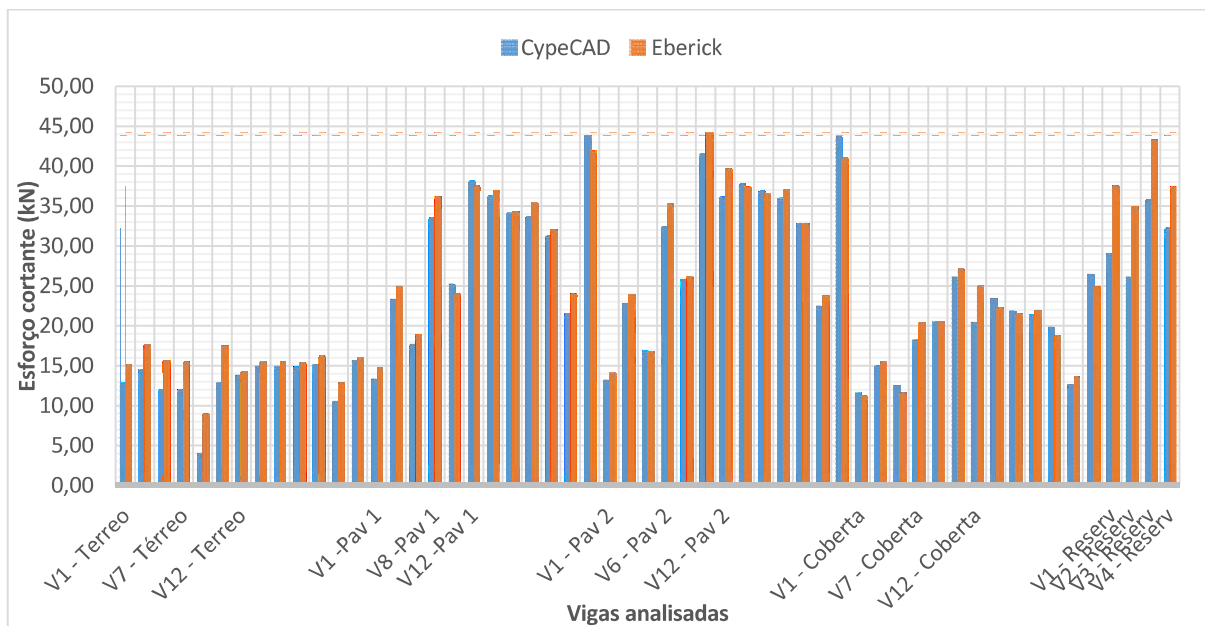
Os momentos positivos foram maiores na maioria dos vãos das vigas no softwares CypeCAD 2016, possuindo uma média de 12,2 % maior se comparado com o Eberick v10. Já os vãos negativos se mostraram superiores no Eberick v10 e com uma média muito maior de 27,9 %. Esse valor se mostrou superior devido ao CypeCAD 2016 uniformizar os momentos negativos sobre o apoio intermediário conforme o item 14.6.3 da NBR 6118 (ABNT, 2014) e como ilustra a Figura 15.

**Figura 15:** Uniformização do momento fletor negativo

**Fonte:** Próprio autor

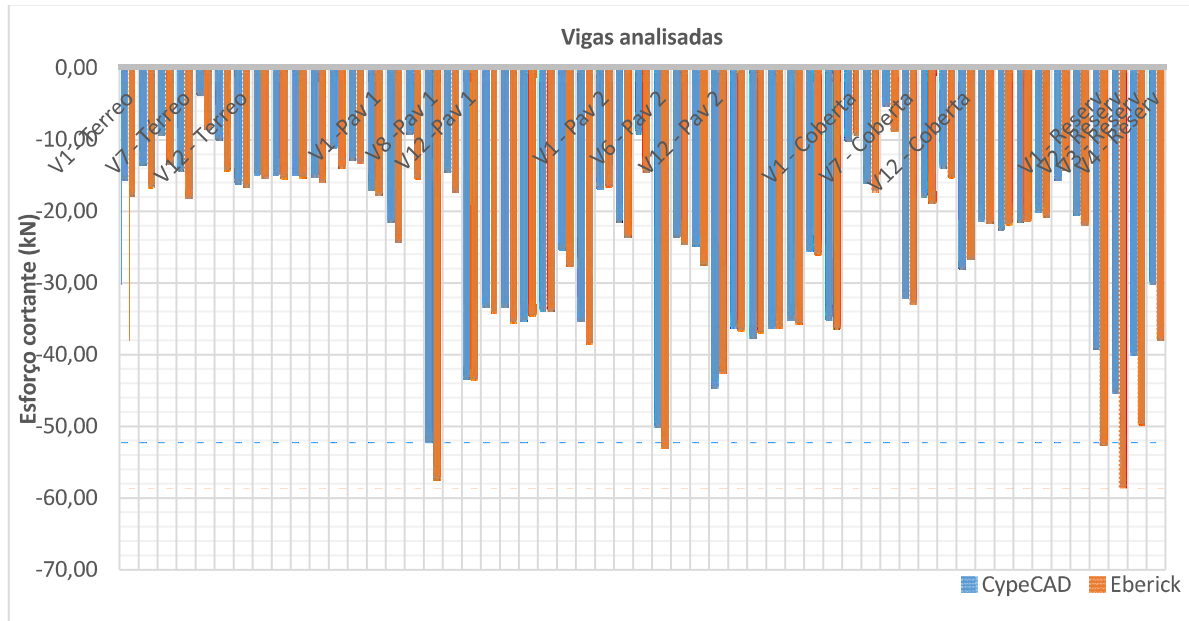
Além da uniformização, Trajano (2009) destaca que o programa CypeCAD 2016 faz muitas mudanças para levar em conta no processo executivo, e um exemplo simples é o “coeficiente de redistribuição de negativos”. Esse coeficiente permite diminuir os momentos negativos atuantes nas vigas em até 15%.

As Figuras 16 e 17, ilustram a variação entre os cortantes das vigas em análise.

**Figura 16:** Esforço cortante positivo das vigas em análise

**Fonte:** Próprio autor

**Figura 17:** Esforço cortante negativo das vigas em análise

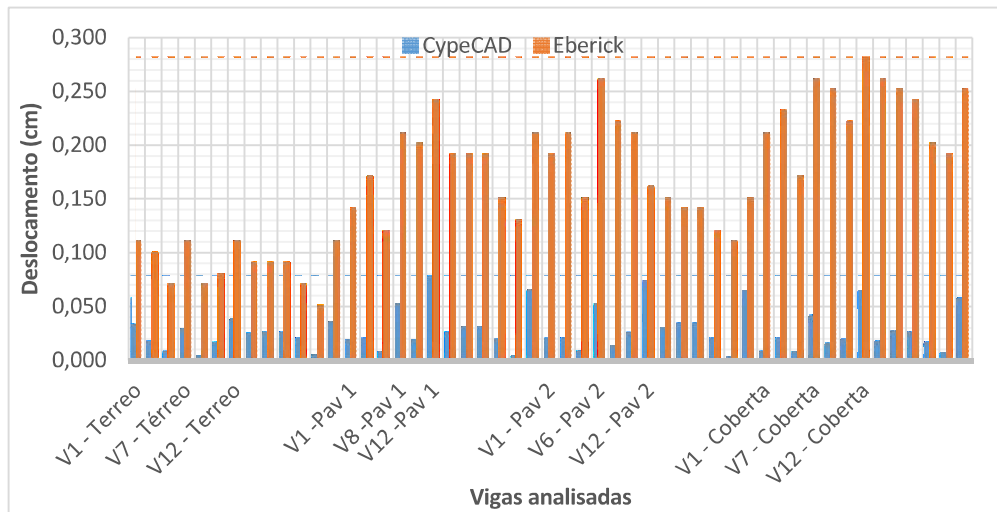


**Fonte:** Próprio autor

Os dois esforços cortantes possuíram maiores valores no software Eberick v10, em relação ao CypeCAD 2016, possuindo em média de variação de 6,4%, entre os cortantes positivos e 9,2%, entre os cortantes negativos.

#### 5.4. DESLOCAMENTOS

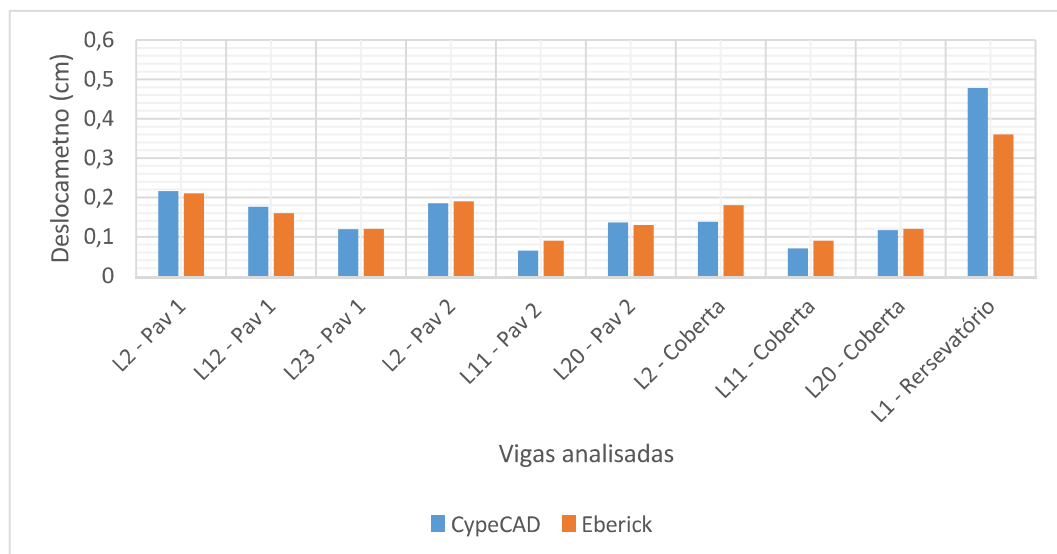
Os deslocamentos obtidos das vigas e das lajes foram utilizados para fazer a verificação ELS da estrutura. As flechas adquiridas nas vigas pelo software Eberick v10 apresentaram-se maiores que as flechas do software CypeCAD 2016, tanto na consideração para flechas imediatas, quanto para as totais. Na Figura 18 ilustra como variou a diferença nas flechas totais das vigas em análise, as flechas totais e imediatas obtidas estão apresentadas no ANEXO B.

**Figura 18:** Deslocamentos totais nas vigas

Fonte: Próprio autor

Além de possuir esforços e momentos maiores nas vigas, o Eberick v10 leva em consideração a rigidez dos seus elementos de apoio para realização do cálculo de seus elementos estruturais, tornando significativa a diferença nos valores das flechas totais entre os softwares.

Na Figura 19 estão apresentadas as variações das flechas totais nas lajes analisadas. Os valores obtidos pelos softwares, estão ilustrados no ANEXO C, sendo que o software CypeCAD 2016 não faz análises das flechas imediatas na lajes.

**Figura 19:** Deslocamentos totais nas lajes

Fonte: Próprio autor

As flechas nas lajes obtidas pelos dois softwares possuíram valores aproximados, com média de variação de 2,9%.

## 5.5. TAXA DE ARMADURA

As Tabelas 10 e 11 apresentam o consumo de aço para cada um dos programas em estudo, sendo CypeCAD 2016 e Eberick v10, respectivamente.

**Tabela 10:** Consumo de aço obtido no software CypeCAD 2016

Pavimentos	Elementos				Total (kg)
	Sapatas	Pilares	Lajes	Vigas	
<b>Fundação</b>	446,00	0,00	0,00	0,00	<b>446,00</b>
<b>Térreo</b>	0,00	527,00	0,00	389,00	<b>916,00</b>
<b>Pavimento 1</b>	0,00	581,00	802,70	617,00	<b>2000,70</b>
<b>Pavimento 2</b>	0,00	541,00	860,10	492,00	<b>1893,10</b>
<b>Cobertura</b>	0,00	508,00	829,70	466,00	<b>1803,70</b>
<b>Reservatório</b>	0,00	38,00	87,50	53,00	<b>178,50</b>
<b>Total (kg)</b>	<b>446,00</b>	<b>2195,00</b>	<b>2580,00</b>	<b>2017,00</b>	<b>7238,00</b>

Fonte: Próprio autor

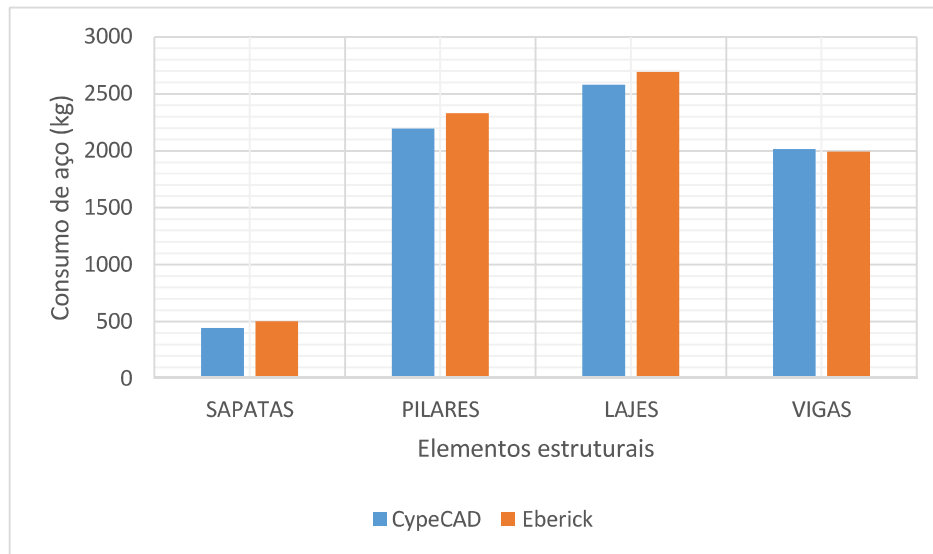
**Tabela 11:** Consumo de aço obtido no software Eberick v10

Pavimentos	Elementos				Total (kg)
	Sapatas	Pilares	Lajes	Vigas	
<b>Fundação</b>	503,60	0,00	0,00	0,00	<b>503,60</b>
<b>Térreo</b>	0,00	493,60	0,00	451,00	<b>994,60</b>
<b>Pavimento 1</b>	0,00	664,90	881,70	578,90	<b>2125,50</b>
<b>Pavimento 2</b>	0,00	564,00	877,40	479,00	<b>1920,40</b>
<b>Cobertura</b>	0,00	530,50	856,30	437,10	<b>1823,90</b>
<b>Reservatório</b>	0,00	78,60	78,10	48,30	<b>205,00</b>
<b>Total (kg)</b>	<b>503,60</b>	<b>2332,20</b>	<b>2693,50</b>	<b>1994,30</b>	<b>7523,60</b>

Fonte: Próprio autor

O consumo de aço no Eberick v10 foi 3,80% maior que no CypeCAD 2016, sendo assim condizente com valores encontrados de 8,38 % por Souza e Vargas (2014) e 14,45% por Moraes (2014), e correspondendo aos valores de cargas totais encontrados na tabela 5 e aos valores de esforços existentes nos elementos estruturais como mostra a Tabela 10.

Analisando os valores totais dos dois softwares por elementos estruturais, percebe-se que a maior diferença entre os programas ocorreu no consumo de aço da fundação, 11,44% e pilares, 5,88%, como mostra a Figura 20.

**Figura 20:** Consumo de aço por elementos estruturais

**Fonte:** Próprio autor

Ao final do processamento, todas as verificações de estados limites de serviço e último (ELS e ELU) foram aceitas pelos softwares, de acordo com as seções e critérios adotados. O CypeCAD 2016 faz uma pequena ressalva e não executa a verificação das flechas nas lajes, tornando o projeto incompleto nas verificações como um todo.

## 6. CONCLUSÃO

A análise do dimensionamento estrutural realizado pelos softwares comprovou o correto dimensionamento dos elementos estruturais do projeto em que foi baseado, já que o mesmo atendeu aos requisitos da NBR 6118 (ABNT, 2014) quanto aos ELU e ELS. Em todos os aspectos quantitativos, o CypeCAD 2016 apresentou um dimensionamento mais conservador que o Eberick v10, desde as cargas nas fundações com 2,97% de discrepância, até a taxa de armaduras que apresentou diferença de 3,80% em relação ao Eberick v10, e isso ocorre pois os softwares possuem critérios diferentes como, métodos de cálculo, lançamento da estrutura e combinações utilizadas.

Mesmo apresentando um dimensionamento elevado em relação ao CypeCAD 2016, o Eberick v10, se mostrou um software mais confiável devido a ser mais detalhado em todas suas análises e consequentemente gerando relatórios das mesmas, facilitando o entendimento do projetista e do cliente.

Os programas utilizados atendem a necessidade do engenheiro para o aumento de produtividade e precisão nos projetos de dimensionamento estrutural. Porém, os softwares exigem um alto conhecimento, tanto teórico na área de estruturas, quanto técnico nas características e limitações dos programas. Como o projeto é altamente sensível às considerações do projetista, se faz necessário o papel do engenheiro em tomar decisões para um correto dimensionamento estrutural.

## COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN TWO SOFTWARES OF STRUCTURAL DIMENSIONS IN ARMED CONCRETE: A CASE STUDY OF SMALL PORTE

### ABSTRACT

The technological evolution with the advent of computational programs revolutionized structural engineering, where the speed of processing computations and computational tools allowed for a more sophisticated and practical analysis. In this way, the civil construction market presents several programs that carry out structural dimensioning and analysis. Therefore, the present work intends to perform a comparison between two software currently used in the Brazilian market, CypeCAD and Eberick, in order to evaluate the differences in the launch of the structure and the results of final and quantitative efforts of materials. In order to carry out the study, two structures were launched in the programs in the same way and following the same normative and calculation criteria. In the structural analysis of the software, they did not present sizing errors, thus verifying the normative parameters. Eberick had a higher loading of 2.97% compared to CypeCAD. The second analysis was the volume of concrete and forms, which was 1.31% higher and 11.97% higher at Eberick. Also for the latter, there was a greater total displacement of the structures with respect to CypeCAD. Finally, the armature rate obtained was analyzed, where there was a 3.80% difference in Eberick, which is significant in the comparison of shoes and pillars.

**Keywords:** Structural dimensioning. CypeCAD. Eberick.

## REFERÊNCIAS

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

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro, 1980.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro, 1988.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

ALTOQI INFORMÁTICA. **AltoQi Eberick – Manual do Usuário.** Florianópolis, SC, 2000.

CANAES, D. A., **Análise comparativa de uma estrutura de edifício em laje lisa pelos programas.** Monografia (Monografia em Engenharia Civil) – UFRJ. Rio de Janeiro, p. 1. 2013.

CARVALHO, C. R. **Análise não linear de pavimentos de edifícios de concreto através da analogia de grelha.** 218 f. Tese (Doutorado em engenharia) – Departamento de estruturas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994.

MULTIPLUS SOFTWARES TÉCNICOS. **CYPECAD – Manual do Usuário.** São Paulo, 2010.

SOUZA, Marcos Roberto; Vargas, Alexandre. **Análise comparativa entre dois softwares comerciais para o dimensionamento de estruturas em concreto armado.** Artigo (Artigo em Engenharia Civil) – UNESC. Criciúma. 2014.

TRAJANO, Evilásio de Souza; **Comparação entre programas computacionais para a análise de uma estrutura e verificação dos resultados de acordo com a NBR 6118:2003.** Monografia (Monografia em Engenharia Civil) – UFRJ. Rio de Janeiro. p. 78. 2009.

VERGUTZ, Juliano André; CUSTÓDIO, Ricardo. **Análise comparativa de resultados obtidos de softwares de dimensionamento de estruturas de concreto.** Monografia (Monografia em Engenharia Civil) – UFPR. Curitiba, p. 189. 2010.



## ANEXO A – ESFORÇOS CORTANTES E MOMENTOS FLETORES DAS VIGAS

Vigas	Vãos	Esforços							
		Mb (kN.m)		Mc (kN.m)		Va (kN)		Vc (kN)	
		Cype	Eberick	Cype	Eberick	Cype	Eberick	Cype	Eberick
<b>V1 - Terreo</b>	1	5,83	5,67	-8,46	-13,72	13,01	15,14	-15,69	-17,87
	2	4,22	4,69	-6,47	-14,25	14,57	17,69	-13,58	-16,75
	3	2,88	4,22	-2,23	-11,01	12,13	15,68	-9,45	-13,46
<b>V7 - Térreo</b>	1	5,08	6,09	-3,65	-14,97	12,02	15,43	-14,41	-18,16
	2	1,2	8,53	-7,73	-11,76	4,17	8,95	-3,82	-8,55
	3	3,89	5,47	-6,5	-14,17	12,94	17,52	-10,13	-14,34
<b>V12 - Terreo</b>	1	6,11	5,49	-8,61	-11,32	13,88	14,32	-16,22	-16,66
	2	5,16	4,10	-7,64	-10,52	15,00	15,54	-14,89	-15,36
	3	5,19	4,19	-7,57	-10,30	14,99	15,48	-14,90	-15,41
	4	5,22	4,30	-7,46	-10,18	14,94	15,37	-14,93	-15,26
	5	5,75	4,83	-7,23	-10,96	15,26	16,29	-15,21	-16,00
	6	2,24	2,94	-7,68	-8,86	10,65	12,96	-11,17	-13,95
	7	5,96	5,61	-3,31	-9,97	15,72	16,06	-12,97	-13,26
<b>V1 -Pav 1</b>	1	6,2	5,52	-3,49	-12,51	13,41	14,73	-17,09	-17,76
	2	9,1	8,59	-11,4	-15,67	23,42	25,02	-21,51	-24,36
	3	5,02	4,7	-10,3	-10,62	17,77	18,92	-9,28	-15,41
<b>V8 -Pav 1</b>	1	20,21	17,88	-4,75	-34,86	33,49	36,03	-52,29	-57,53
	2	0,17	0,01	-27,08	-22,37	25,36	24,05	-14,56	-17,35
<b>V12 - Pav 1</b>	1	23,58	22,92	-6,84	-28,32	38,1	37,47	-43,41	-43,56
	2	12,77	10,39	-24,92	-25,51	36,16	36,75	-33,47	-34,23
	3	13,92	11,27	-18,51	-22,59	34,18	34,29	-33,47	-35,5
	4	13,56	11,84	-19,15	-22,36	33,62	35,31	-35,23	-34,57
	5	10,74	8,9	-18,91	-19,31	31,34	31,98	-33,89	-34
	6	3,76	3,39	-14,42	-12,37	21,58	23,97	-25,34	-27,63
	7	21,75	19,93	-21,24	-23,94	43,91	41,78	-35,33	-38,49
<b>V1 - Pav 2</b>	1	6,68	5,89	-2,93	-10,12	13,27	14,13	-16,87	-16,62
	2	8,98	8,3	-10,8	-13,91	22,85	23,9	-21,45	-23,66
	3	5,17	4,84	-10,2	-7,93	16,95	16,85	-9,24	-14,58
<b>V6 - Pav 2</b>	1	19,35	17,32	-4,35	-28,24	32,42	35,21	-50,15	-53,1
	2	8,82	8,33	-25,27	-19,09	25,91	26,23	-23,58	-24,59
	3	13,45	12,06	-19,34	-21,53	41,49	44,1	-24,78	-27,52
<b>V12 - Pav 2</b>	1	22,79	19,44	-6,86	-27,33	36,06	39,52	-44,7	-42,67
	2	14,46	12,13	-25,63	-25,03	37,79	37,34	-36,29	-36,69
	3	15,37	12,43	-20,53	-24,03	36,78	36,39	-37,73	-36,97
	4	15,05	13,26	-20,81	-23,85	35,91	37,04	-36,36	-36,33
	5	11,5	9,33	-18,31	-19,93	32,79	32,66	-35,08	-35,63
	6	4	3,22	-15,64	-12,03	22,55	23,82	-25,59	-26,13
	7	21,46	3,01	-21,04	-22,85	43,66	40,94	-35,09	-36,45
<b>V1 - Coberta</b>	1	3,36	2,69	-8,82	-9,71	11,66	11,33	-10,29	-9,48
	2	7,76	7,32	-6,87	-9,9	15,04	15,49	-16,07	-17,28
	3	3,86	3,38	-7,85	-5,67	12,57	11,65	-5,41	-8,85

Vigas	Vãos	Esforços							
		Mb (kN.m)		Mc (kN.m)		Va (kN)		Vc (kN)	
		Cype CAD	Eberick	Cype CAD	Eberick	Cype CAD	Eberick	Cype CAD	Eberick
<b>V7 - Coberta</b>	1	13,43	11,85	-0,42	-18,02	18,27	20,4	-32,08	-33,01
	2	7,29	7,28	-16,93	-13,99	20,57	20,49	-18,06	-18,93
	3	8,8	7,56	-12,93	-13,84	26,19	27,03	-13,97	-15,29
<b>V12 - Coberta</b>	1	16,81	12,9	-0,85	-6,87	20,53	25,05	-28,08	-26,74
	2	8,72	7,48	-16,29	-15,79	23,5	22,32	-21,35	-21,66
	3	9,96	7,84	-12,59	-14,72	21,93	21,52	-22,73	-21,84
	4	9,6	8,6	-12,97	-14,58	21,41	22	-21,44	-21,34
	5	7,54	5,63	-11,22	-11,96	19,92	18,85	-20,12	-20,87
	6	0,23	1,14	-13,09	-10,86	12,7	13,67	-15,7	-14,27
	7	15,6	13,77	-0,58	-13,33	26,53	24,95	-20,5	-21,91
<b>V1 - Reserv</b>	1	34,57	27,51	-4,33	-20,61	29,14	37,43	-39,3	-52,76
<b>V2 - Reserv</b>	2	30,55	24,47	-14,97	-25,99	26,19	34,86	-45,27	-58,62
<b>V3 - Reserv</b>	3	29,44	21,78	-11,11	-24,08	35,74	43,22	-40,08	-49,85
<b>V4 - Reserv</b>	4	34,54	29,73	-8,95	-15,19	32,28	37,31	-30,21	-37,99

## ANEXO B – DESLOCAMENTOS DAS VIGAS

Deslocamentos das vigas							
Vigas	Vãos	Flecha imediata (mm)	Flecha imediata (mm)	Relação flecha Eb/Cy	Flecha total (mm)	Flecha total (mm)	Relação flecha Eb/Cy
		Cype	Eberick		Cype	Eberick	
<b>V1 - Terreo</b>	1	0,027	0,040	<b>1,48</b>	0,033	0,110	<b>3,33</b>
	2	0,014	0,040	<b>2,86</b>	0,017	0,100	<b>5,88</b>
	3	0,007	0,020	<b>2,86</b>	0,008	0,070	<b>8,75</b>
<b>V7 - Térreo</b>	1	0,025	0,050	<b>2,00</b>	0,028	0,110	<b>3,93</b>
	2	0,003	0,020	<b>6,67</b>	0,003	0,070	<b>23,33</b>
	3	0,015	0,030	<b>2,00</b>	0,016	0,080	<b>5,00</b>
<b>V12 - Terreo</b>	1	0,032	0,050	<b>1,56</b>	0,037	0,110	<b>2,97</b>
	2	0,020	0,040	<b>2,00</b>	0,024	0,090	<b>3,75</b>
	3	0,021	0,040	<b>1,90</b>	0,025	0,090	<b>3,60</b>
	4	0,022	0,030	<b>1,36</b>	0,025	0,090	<b>3,60</b>
	5	0,014	0,030	<b>2,14</b>	0,020	0,070	<b>3,50</b>
	6	0,004	0,020	<b>5,00</b>	0,004	0,050	<b>12,50</b>
	7	0,030	0,050	<b>1,67</b>	0,035	0,110	<b>3,14</b>
<b>V1 - Pav 1</b>	1	0,015	0,050	<b>3,33</b>	0,018	0,140	<b>7,78</b>
	2	0,017	0,060	<b>3,53</b>	0,020	0,170	<b>8,50</b>
	3	0,006	0,040	<b>6,67</b>	0,007	0,120	<b>17,14</b>
<b>V8 - Pav 1</b>	1	0,047	0,080	<b>1,70</b>	0,051	0,210	<b>4,12</b>
	2	0,013	0,080	<b>6,15</b>	0,018	0,200	<b>11,11</b>
<b>V12 - Pav 1</b>	1	0,063	0,100	<b>1,59</b>	0,077	0,240	<b>3,12</b>
	2	0,022	0,070	<b>3,18</b>	0,025	0,190	<b>7,60</b>
	3	0,026	0,070	<b>2,69</b>	0,031	0,190	<b>6,13</b>
	4	0,026	0,070	<b>2,69</b>	0,031	0,190	<b>6,13</b>
	5	0,016	0,050	<b>3,13</b>	0,019	0,150	<b>7,89</b>
	6	0,002	0,040	<b>20,00</b>	0,003	0,130	<b>43,33</b>
	7	0,054	0,090	<b>1,67</b>	0,064	0,210	<b>3,28</b>
<b>V1 - Pav 2</b>	1	0,017	0,070	<b>4,12</b>	0,020	0,190	<b>9,50</b>
	2	0,016	0,080	<b>5,00</b>	0,020	0,210	<b>10,50</b>
	3	0,006	0,050	<b>8,33</b>	0,008	0,150	<b>18,75</b>
<b>V6 - Pav 2</b>	1	0,045	0,100	<b>2,22</b>	0,051	0,260	<b>5,10</b>
	2	0,010	0,090	<b>9,00</b>	0,013	0,220	<b>16,92</b>
	3	0,021	0,080	<b>3,81</b>	0,025	0,210	<b>8,40</b>
<b>V12 - Pav 2</b>	1	0,063	0,110	<b>1,75</b>	0,072	0,160	<b>2,22</b>
	2	0,025	0,100	<b>4,00</b>	0,030	0,150	<b>5,00</b>
	3	0,029	0,090	<b>3,10</b>	0,034	0,140	<b>4,12</b>
	4	0,029	0,090	<b>3,10</b>	0,034	0,140	<b>4,12</b>
	5	0,017	0,070	<b>4,12</b>	0,020	0,120	<b>6,00</b>
	6	0,002	0,060	<b>30,00</b>	0,002	0,110	<b>55,00</b>
	7	0,054	0,100	<b>1,85</b>	0,063	0,150	<b>2,38</b>

<b>Deslocamentos das vigas</b>							
<b>Vigas</b>	<b>Vãos</b>	<b>Flecha imediata (mm)</b>	<b>Flecha imediata (mm)</b>	<b>Relação flecha Eb/Cy</b>	<b>Flecha total (mm)</b>	<b>Flecha total (mm)</b>	<b>Relação flecha Eb/Cy</b>
		<b>Cype</b>	<b>Eberick</b>		<b>Cype</b>	<b>Eberick</b>	
<b>V1 - Coberta</b>	1	0,007	0,090	<b>12,86</b>	0,008	0,210	<b>26,25</b>
	2	0,015	0,090	<b>6,00</b>	0,020	0,230	<b>11,50</b>
	3	0,005	0,050	<b>10,00</b>	0,007	0,170	<b>24,29</b>
<b>V7 - Coberta</b>	1	0,025	0,100	<b>4,00</b>	0,040	0,260	<b>6,50</b>
	2	0,009	0,100	<b>11,11</b>	0,015	0,250	<b>16,67</b>
	3	0,012	0,080	<b>6,67</b>	0,019	0,220	<b>11,58</b>
<b>V12 - Coberta</b>	1	0,040	0,110	<b>2,75</b>	0,063	0,280	<b>4,44</b>
	2	0,011	0,100	<b>9,09</b>	0,017	0,260	<b>15,29</b>
	3	0,016	0,090	<b>5,63</b>	0,026	0,250	<b>9,62</b>
	4	0,016	0,090	<b>5,63</b>	0,025	0,240	<b>9,60</b>
	5	0,010	0,070	<b>7,00</b>	0,016	0,200	<b>12,50</b>
	6	0,004	0,070	<b>17,50</b>	0,006	0,190	<b>31,67</b>
	7	0,035	0,100	<b>2,86</b>	0,056	0,250	<b>4,46</b>
<b>V1 - Reserv.</b>	1	0,424	0,100	<b>0,24</b>	0,228	0,240	<b>1,05</b>
<b>V2 - Reserv.</b>	2	0,251	0,110	<b>0,44</b>	0,136	0,280	<b>2,06</b>
<b>V3 - Reserv.</b>	3	0,224	0,080	<b>0,36</b>	0,123	0,210	<b>1,71</b>
<b>V4 - Reserv.</b>	4	0,373	0,130	<b>0,35</b>	0,201	0,310	<b>1,54</b>

## ANEXO C – DESLOCAMENTOS DAS LAJES

Deslocamentos das lajes			
LAJES	Flecha imediata (cm)		Relação flecha Eberick/Cype
	CypeCAD	Eberick	
<b>L2 - Pav 1</b>	0,216	0,21	-3%
<b>L12 - Pav 1</b>	0,176	0,16	-10%
<b>L23 - Pav 1</b>	0,119	0,12	1%
<b>L2 - Pav 2</b>	0,185	0,19	3%
<b>L11 - Pav 2</b>	0,065	0,09	28%
<b>L20 - Pav 2</b>	0,136	0,13	-5%
<b>L2 - Coberta</b>	0,138	0,18	23%
<b>L11 - Coberta</b>	0,07	0,09	22%
<b>L20 - Coberta</b>	0,117	0,12	2%
<b>L1 - Reservatório</b>	0,478	0,36	-33%