

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

REFORÇO ESTRUTURAL DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO
ARMADO UTILIZANDO PERFIL “I” LAMINADO

POLYANNA CRISTINA MARQUES
ZENILTON FERREIRA

GOIÂNIA
Maio/2019

**POLYANNA CRISTINA MARQUES
ZENILTON FERREIRA**

**REFORÇO ESTRUTURAL DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO
ARMADO UTILIZANDO PERFIL “I” TIPO LAMINADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás - UNI-ANHANGUERA, sob orientação do Professor Ivo Carrijo Andrade Neto, como requisito para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Maio/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

POLYANNA CRISTINA MARQUES
ZENILTON FERREIRA

REFORÇO ESTRUTURAL DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO PERFIL “I” TIPO LAMINADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 13 de maio de 2019, pela banca examinadora constituída por:

Prof. Ivo Carrijo Andrade Neto
Orientador

Prof.(a) Paula Viana Queiroz Andrade
Membro

Prof. Fernando Pinheiro Camilo
Membro

RESUMO

O trabalho realizado foi um estudo de caso de um projeto de Retrofit, ampliação e reforma de uma estrutura já existente, foi elaborado um novo projeto arquitetônico com o objetivo de ampliar a residência existente, e com base nesse projeto algumas modificações importantes a serem feitas. Se baseando nesse novo projeto analisamos a estrutura para conferir se a mesma consegue suportar os novos esforços que irá surgir devido a reforma. Com a análise do novo projeto, onde foi estudada toda a estrutura tivemos resultados que asseguram que a estrutura já tinha sido projetada para suportar um segundo pavimento, ou seja o proprietário já tinha o objetivo de realizar um segundo pavimento, precisando apenas de algumas adequações devido ao novo projeto arquitetônico, não sendo necessário grandes mudanças o que poderia inviabilizar o projeto devido aos altos custos. A principal adequação que foi executada foi a instalação de escada em concreto armado, a escada será locada no espaço onde seria a copa, e para tal adequação teremos que colocar uma peça de aço laminado para suportar a carga da escada e também da laje. Na laje foi feito um corte de 2,80x3,34m para o vão da escada. Uma observação importante é que sabemos que será preciso realizar uma nova fundação para a sustentação da escada e do reforço que será aplicado, mas não entraremos no foco de fundação apenas de aplicação do reforço e aplicação de novas cargas devido ao novo projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura. Modernizar. Ampliar. Projeto.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho realizado foi um estudo de caso, onde analisamos um projeto de Retrofit (Ampliação e reforma), de uma casa térrea de 156,00m² de área construída, um novo projeto arquitetônico. Foi desenvolvido e transformando a residência térrea em um moderno sobrado de 305,86m² de área construída.

Com o auxílio do software TQS e FTOOL foi analisado o projeto antigo e concluído que o projeto já tinha sido concebido com o objetivo de acrescentar um segundo pavimento, o que favorece bastante a realização de uma reforma para a ampliação da residência, levando em consideração a redução de custos, sendo que as interferências na estrutura não gere grandes transtornos o que poderia inviabilizar a realização do projeto.

Uma das principais modificações realizadas foi nos ambientes, sala e copa, onde tiveram que ser demolidos partes dos painéis de lajes existentes, a primeira modificação foi na sala, onde retirou parte da laje para que fosse possível aumentar o jardim e modificando a fachada, outra adequação e a mais importante seria a copa onde foi realizada a principal mudança na estrutura, devido a locação de uma escada em concreto armado, o que faz com que gere novos esforços para os quais a estrutura existente não foi projetada.

Analisando o novo projeto pode-se perceber que a viga irá receber também uma carga de alvenaria, a qual também irá receber a escada, o que poderia se tornar um problema, mas com os resultados obtidos através dos gráficos concluiu-se que a viga passaria tranquilamente com as novas cargas.

No antigo projeto os painéis de laje possuíam uma área de 31,64m², com o novo projeto a área de laje caiu para 13,78m², uma redução considerável o que favorece bastante, gerando uma grande redução nas cargas que atuam nesta viga.

Para que a escada seja locada no espaço da copa foi feito um projeto de reforço na estrutura para que pudesse ser instalada a escada. O reforço foi projetado em aço laminado tipo I, e será instalado de forma que seja capaz de suportar as cargas geradas pela nova escada que foi instalada, podendo assim trabalhar de forma que transmita os esforços gerados para vigas e pilares do conjunto existente.

Os detalhes de fundação quanto às cargas do pilar em aço não foram analisados, devido ao foco do estudo ter sido voltado apenas ao reforço aplicado para suporte da escada e lajes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto inicial da residência tinha 156m² de área construída, conforme demonstra a Figura 1, sendo três quartos com suíte, banheiro social, copa, cozinha, sala, corredor de circulação, garagem e hall de entrada, mas com a possibilidade de haver um segundo pavimento.



Figura 1. Planta da casa

Com base na planta inicial foi elaborado um projeto arquitetônico onde o total de área construída passou para 305,86m² demonstrado na Figura 2 com toda a infraestrutura sendo projetada e calculada para que possa resistir aos novos esforços devido à ampliação do novo pavimento.

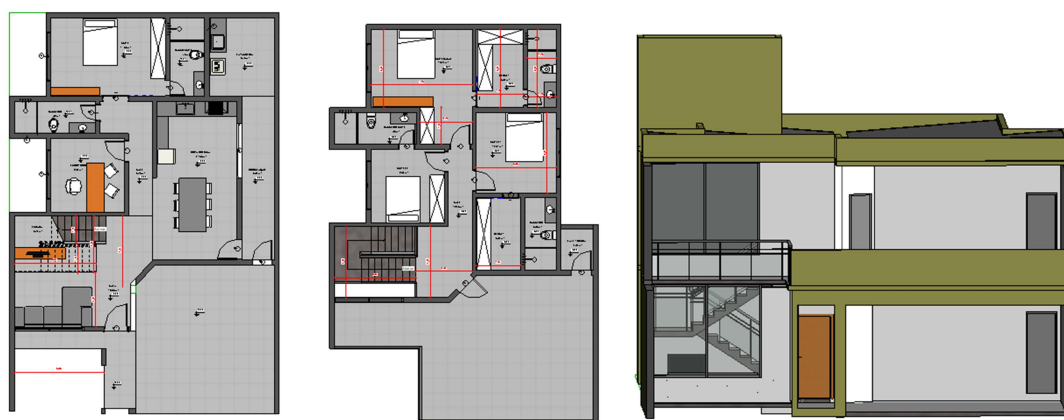


Figura 2. Planta da casa com adequações

Com o auxílio dos softwares TQS e FTOOL, ficou evidente que o antigo projeto já tinha sido elaborado com o objetivo de acrescentar um segundo pavimento, mas diante da análise mais detalhada do novo projeto arquitetônico foi constatado que havia a necessidade de algumas adequações a serem feitas.

A principal mudança foi no pavimento inferior, devido à necessidade de colocar uma escada onde seria o ambiente da copa, com isso uma parte da laje existente teve que ser demolida para abrir o vão da escada, sendo assim a viga que suporta os painéis de laje teve uma considerável redução de carga.

Na Figura 3 demonstra em destaque a área que foi demolida para a locação da escada e na Figura 4 a viga da área da escada.

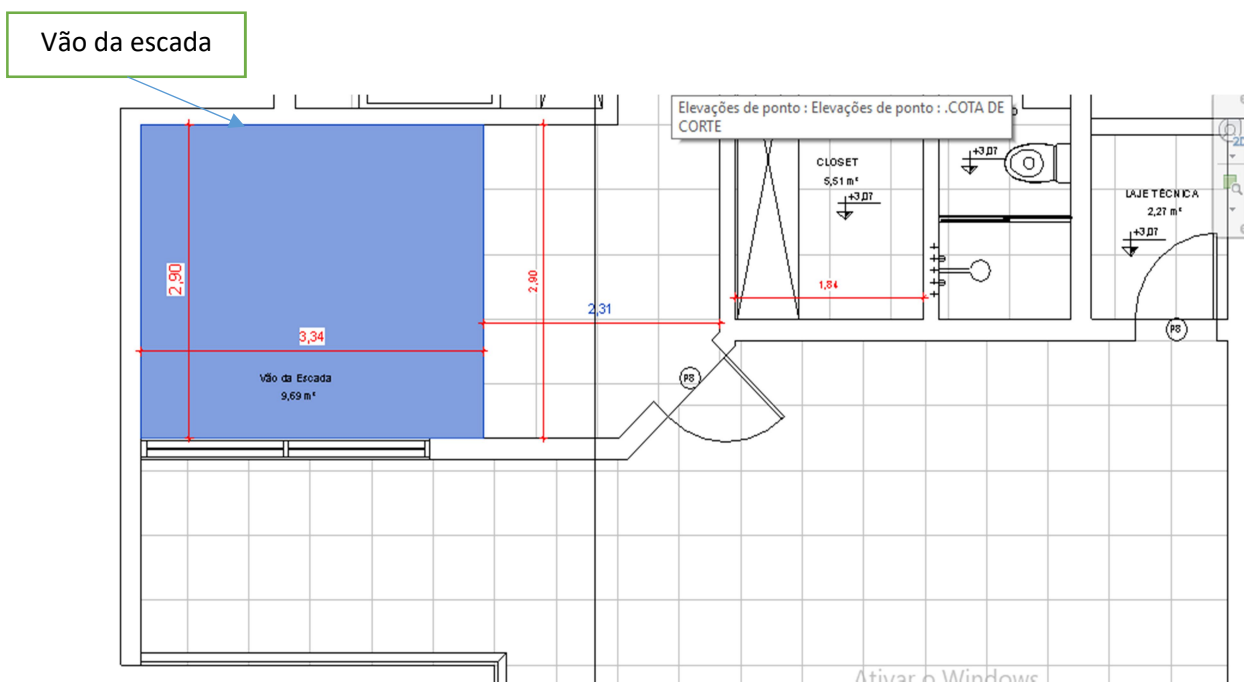


Figura 3. Destaque área da escada

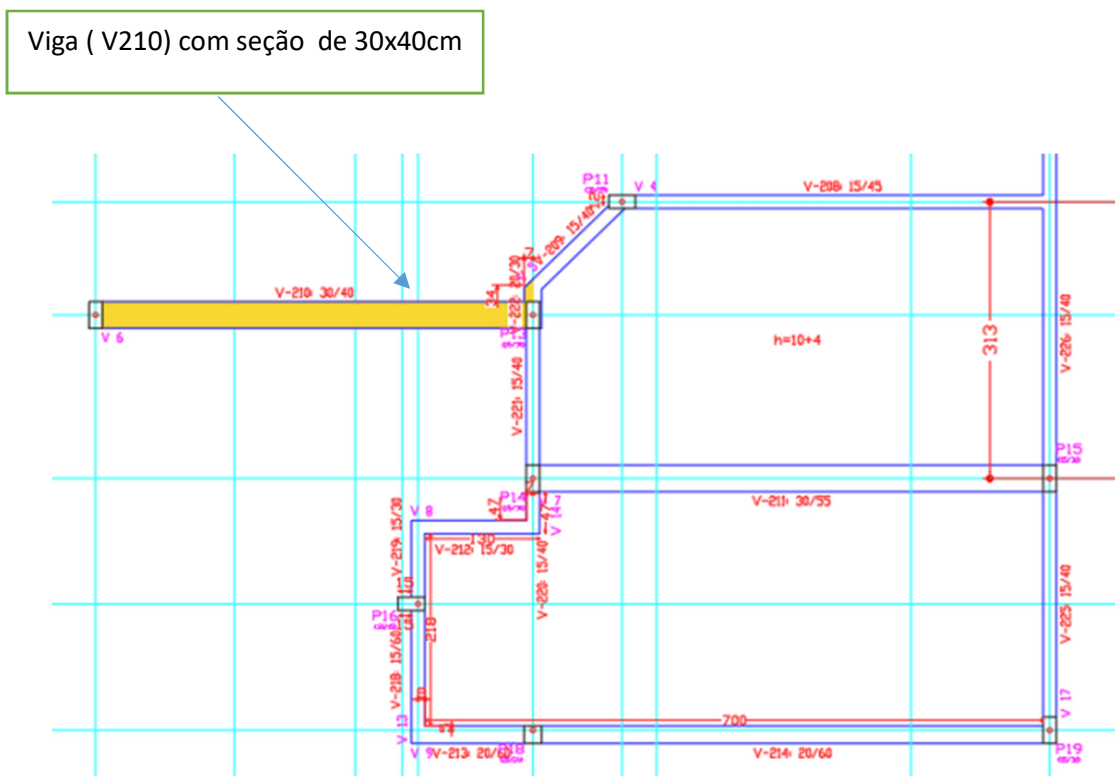


Figura 4. Detalhe viga da área da escada

O reforço foi executado em viga de aço laminado tipo I, para que possa resistir aos novos esforços gerados com a execução da escada, conforme detalhes apresentados na Figura 5.

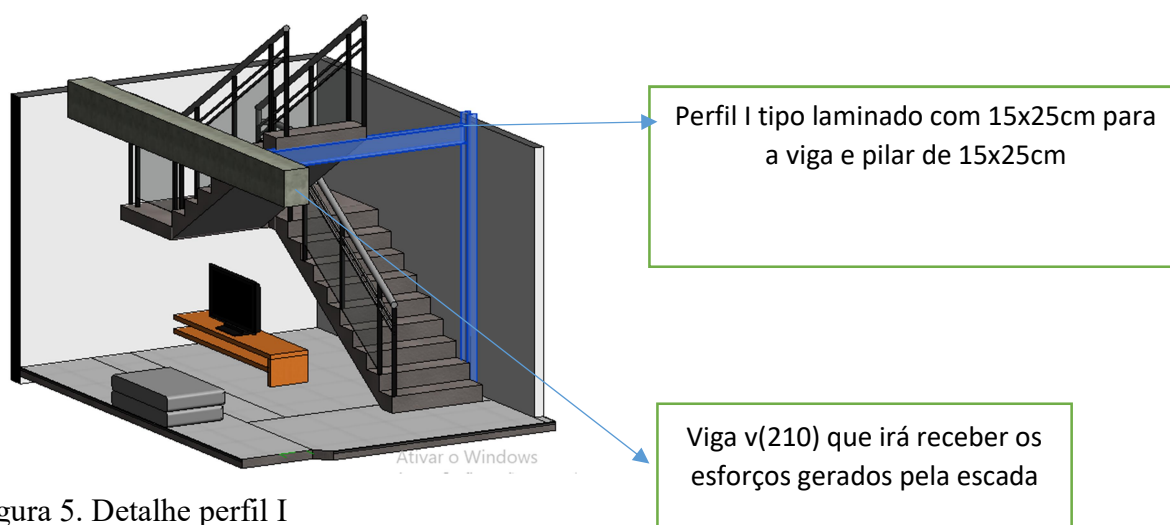
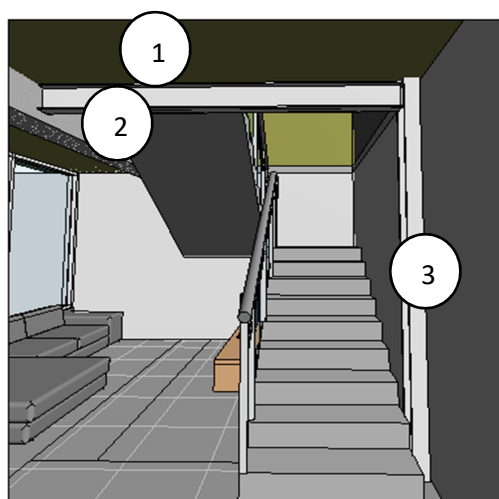


Figura 5. Detalhe perfil I



Legenda

1 - Conjunto de laje

2 - Viga

3 - Estrutura de aço

Figura 6. Detalhe Estrutura pavimento superior

O conjunto de escada e painéis de laje irá transferir para a viga uma carga de 2,56 tf/m, esses resultados foram obtidos após serem analisadas todas as cargas atuantes, laje, escada e a viga de aço laminado, sendo esta dimensionada de acordo para que possa suportar tais esforços.

A Figura 7 é o projeto da viga que fundamenta o estudo, onde foram analisadas as cargas existentes e as novas que será aplicada, os cálculos das novas cargas de alvenaria, escada e lajes em anexo:

Novas cargas:

- Alvenaria: 0,585 TF/m
- Escada: 1,67 tf/m
- Lajes: 0,66 tf/m

A planilha de cálculo do perfil consta em anexo.

Os resultados calculados através da planilha foram lançados no site da indústria de perfilados Gerdau, de onde foram as medidas de um perfil ideal para a viga conforme detalhados na Tabela 3.

Tabela 1. Dimensionamento do Perfil

Dados do perfil	Medida
d	25,4 cm
bf	10,2 cm
tw	0,64 cm
tf	1 cm
h	24 cm
A	36,6 cm ²

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos abaixo refere-se a viga existente referente ao antigo projeto, a qual foi projetada para que suporte os painéis de laje, dos ambientes sala e copa. O gráfico apresentado na Figura 9 representa a carga dos painéis de laje.

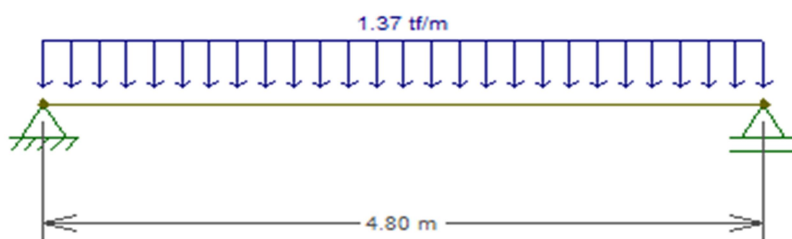


Figura 9. Carga distribuída no painel de laje.

Tabela 2. Cargas encontradas no painel de laje.

	Esforços Solicitantes (tf/m)	Resultado
Momento Fletor	3,95	OK
Cortante	3,29	OK
Flecha limite (mm)	2,32	OK

Após a análise da viga existente foram calculadas as novas cargas, os novos painéis de lajes e a escada que será inserida para acesso ao segundo pavimento.

A Figura 10 demonstra a carga distribuída ao longo de seu perfil e a Tabela 2 detalha as cargas encontradas.

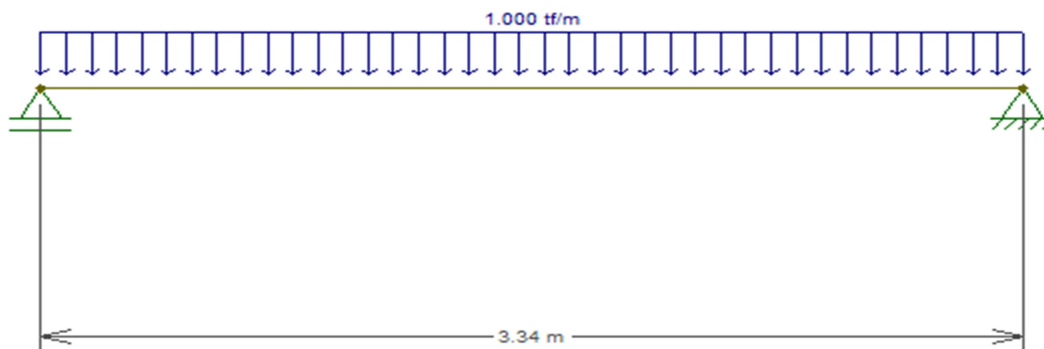


Figura 10. Carga distribuída da escada

Tabela 3. Cargas encontradas na escada.

	Esforços Solicitantes (tf/m)	Resultado
Momento Fletor	1,39	OK
Cortante	1,67	OK

A viga em aço tipo I foi dimensionada usando uma planilha que fornece os resultados de momento, cortante e flecha limite, com esses resultados obtidos foram analisados os catálogos fornecidos pela fabricante do perfil laminado (Gerdau), que foram obtidos a seção do material a ser trabalhado, logo após foram inseridas as cargas da laje e escada para o cálculo de momento, cortante e flecha limite.

A Figura 11 apresenta a carga distribuída da viga de aço, e a Tabela 4 detalha as cargas encontradas.

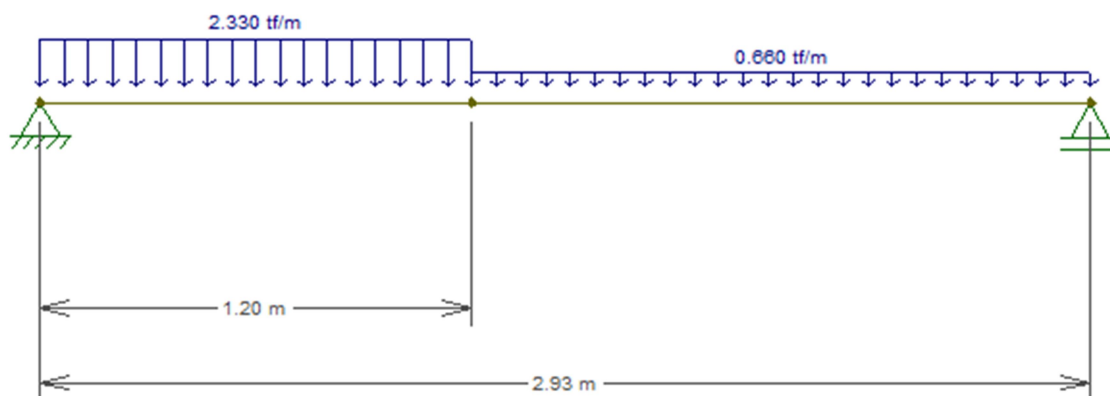


Figura 11. Carga distribuída na Viga de aço.

Tabela 4. Cargas encontradas na escada.

	Esforços Solicitantes (tf/m)	Resultado
Momento Fletor	1,41	OK
Cortante	1,38	OK
Flecha limite (mm)	2,53	OK

Com os cálculos prontos da alvenaria, lajes e a resultante da escada demonstra condições de calcular as novas cargas que incidiram sobre a peça.

Novas cargas que serão aplicadas na viga existente:

- Alvenaria; $\rho \cdot e \cdot h$
 $1300 \cdot 0,15 \cdot 3$
Alvenaria = 585kgf/m² ou 0,585tf
- Lajes;
 $L = q \cdot L/2$
 $L1 = 450 \cdot 2,9/2 = 652,5 \text{ kgf/m}^2$
 $L2 = 450 \cdot 1,9/2 = 427,5 \text{ kgf/m}^2$
Carga total; $L1 + L2 + Alv.$
Carga total = 1665kgf/m² ou 1,66 tf/m

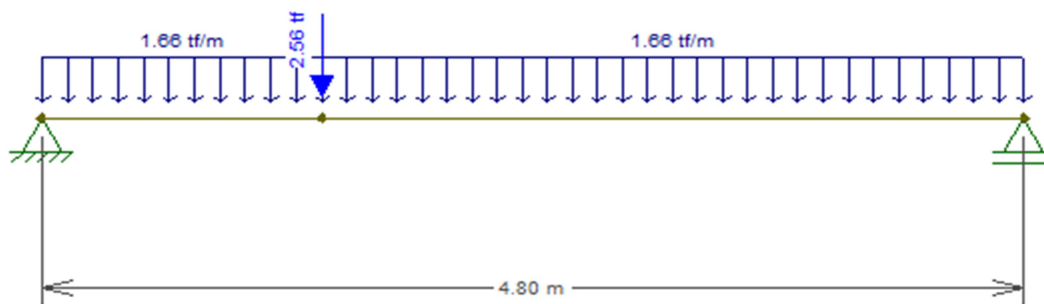


Figura 12. Demonstração da carga final encontrada.

Tabela 5. Cargas finais encontradas.

	Esforços Solicitantes (tf/m)	Resultado
Momento Fletor	6,69	OK
Cortante	5,81	OK
Flecha limite (mm)	3,92	OK

4 CONCLUSÃO

A construção civil seja de modo geral tem crescido nos últimos anos e aplicação de técnicas desenvolvidas para reforçar estruturas de concreto armado tem se mostrado muito eficientes para garantir a sustentação de estruturas, o aço é um dos materiais mais utilizados para esse fim, devido a rapidez de execução e fácil mão de obra.

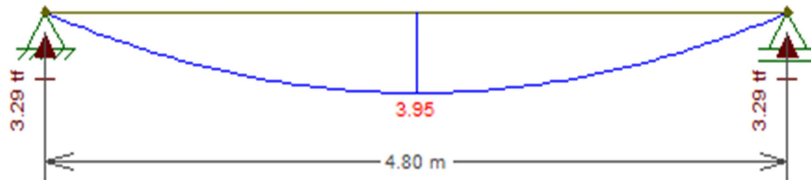
Este artigo foi desenvolvido com a realização de projetos e análises criteriosas o que reforça sempre o uso de projetos em obras, sejam elas de pequeno ou grande porte, a presença de um engenheiro se faz sempre necessária, para que possa garantir sua durabilidade e resistência, e segurança.

Com os resultados obtidos pode-se afirmar que a viga estudada terá condições de suportar as novas cargas exigidas, devido a reforma e ampliação do segundo pavimento conforme o projeto arquitetônico desejada pelo proprietário.

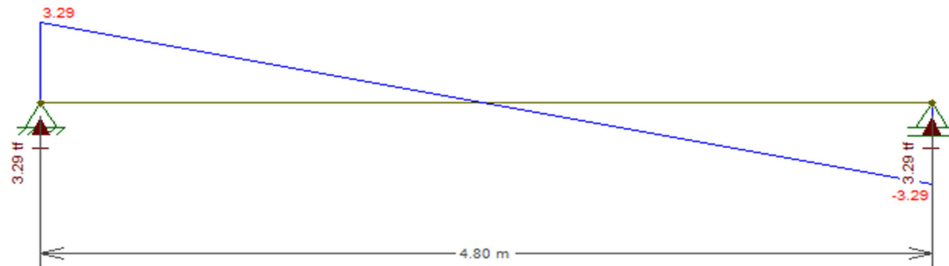
APÊNDICE

Demonstração de gráficos extraídos do sistema FTOOL.

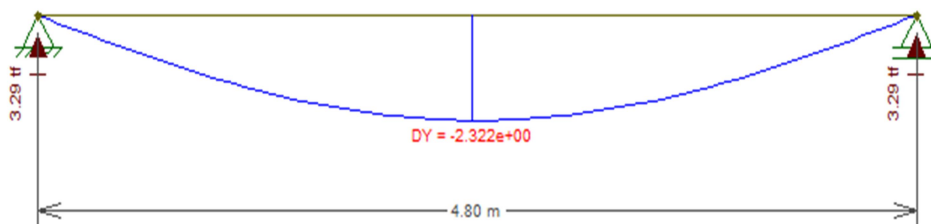
Momento fletor da viga



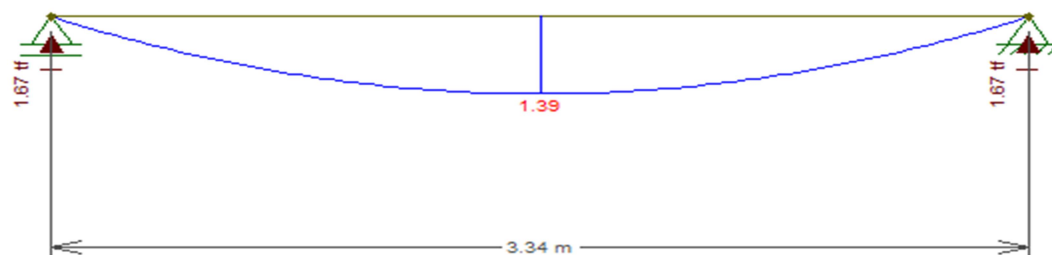
Cortante da viga



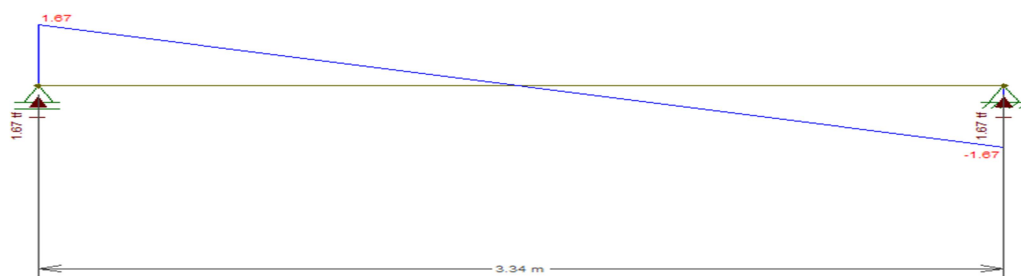
Flecha limite da viga



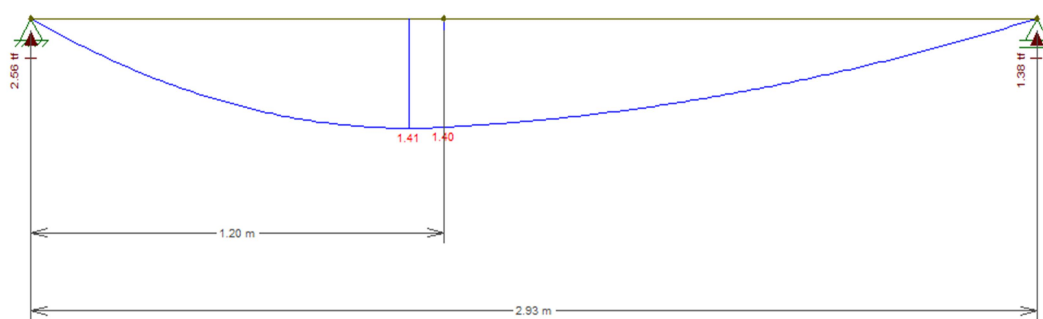
Momento Fletor da escada



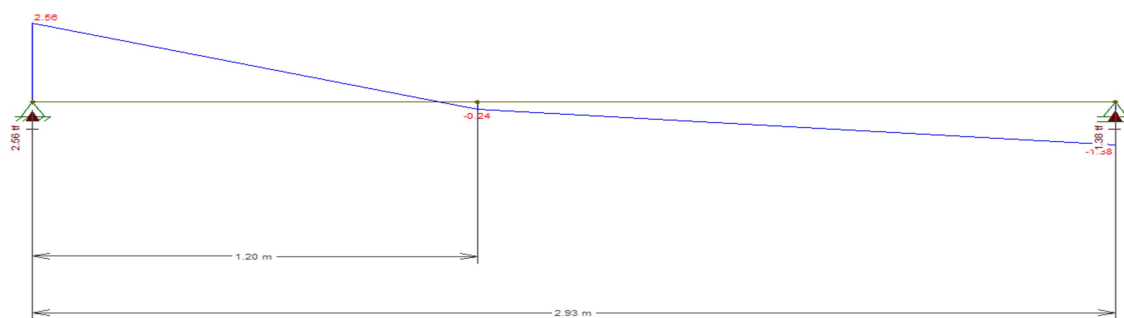
Cortante da escada



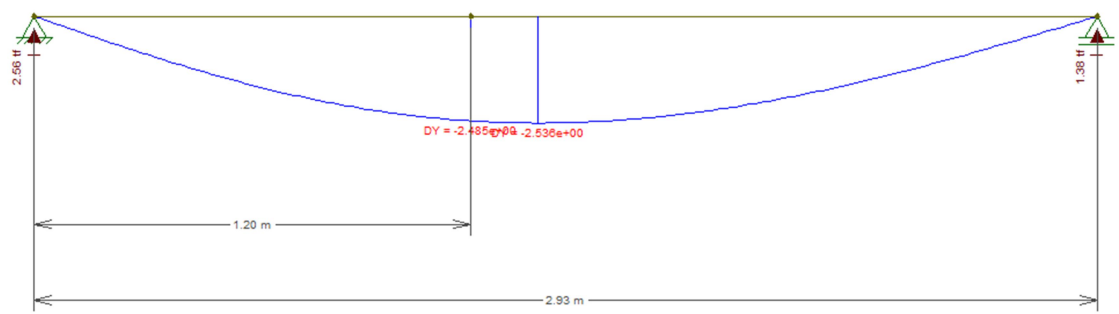
Momento da viga de aço de acordo com a indústria



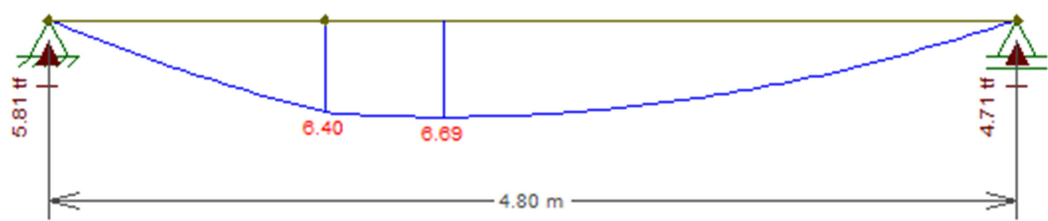
Cortante da viga de aço de acordo com a indústria



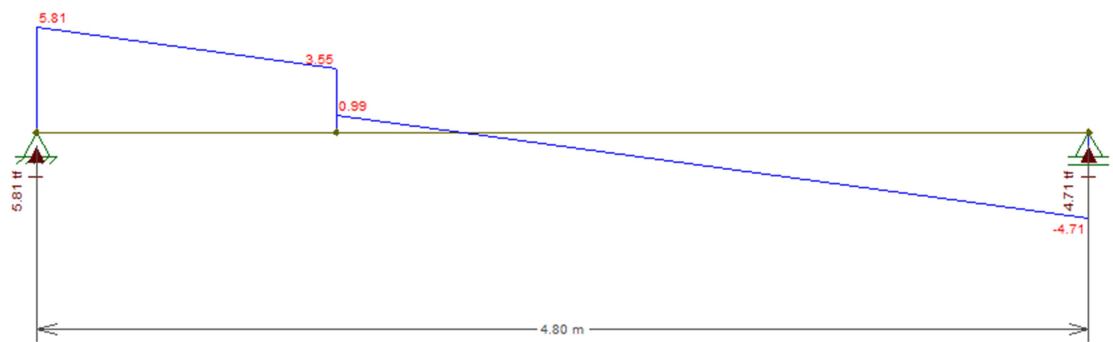
Flecha da viga de aço de acordo com a indústria



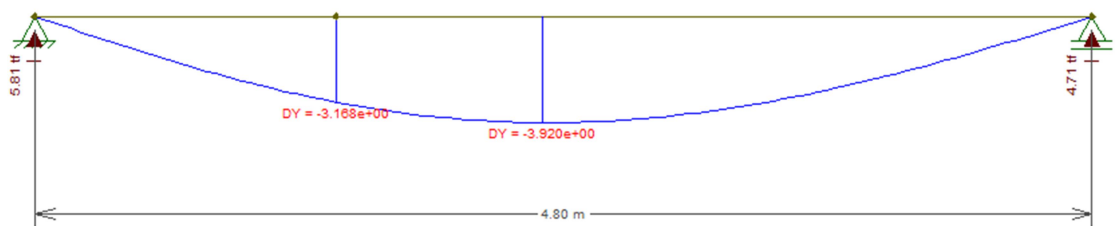
Resultado final do momento da viga de aço



Resultado final da cortante da viga de aço



Resultado final da flecha da viga de aço



ANEXOS

DIMENSIONAMENTO DE PERFIS METÁLICOS

Dimensionamento Perfil	
Qsk=	2330 kgf/m
Qsd=	34,95 kN/m
Coef. Seg	1,5
L=	2,93 m
L=	293 cm
Md=	37,5 kN.m
Vd=	51,2 kN

Dados Perfil	
E=	20000 kN/cm ²
f _y =	34,5 kN/cm ²
f _u =	45,0 kN/cm ²
k _v =	5,0 s/enrje
A _w =	16,26 cm ²

Dados Geométricos Perfil			
W250x28,4		Eixo x-x	Eixo y-y
d=	25,4 cm	I _x =	4046 cm ⁴
b _f =	10,2 cm	W _x =	311,2 cm ³
t _w =	0,64 cm	r _x =	10,51 cm
t _f =	1 cm	I _y =	178 cm ⁴
h=	24 cm	W _y =	34,8 cm ³
A=	36,6 cm ²	r _y =	2,2 cm
		Z _x =	357,3 cm ³
		Z _y =	54,9 cm ³

Para uma viga contida lateralmente

L _b < L _p	
L _b =	93 cm

Prever elementos contidos na Laje

L/7=	41,9 cm	<	93,2	OK
------	---------	---	------	----

Determinação da Força Cortante Resistente de Cálculo
V_{sd} < V_{rd}

h/t _w	37,5	<	59,2	OK
V _{rd} =	305,9 kN	>	51,2	OK

Verificação da Flambagem Local - FLM e FLA

Para as Mesas (FLM)

$\lambda < \lambda_p$				
$\lambda = b_f/2 \cdot t_f$	5,10	<	9,15	OK

Para a Alma (FLA)

$\lambda < \lambda_p$				
$\lambda = h/t_w$	37,5	<	90,5	OK

Determinação do Momento Fletor Resistente de Cálculo

Como λ < λ_p

M _{rd} =	11.206 kN.m	>	3.751	OK
-------------------	-------------	---	-------	----

Z _x =	OK
I _x =	OK

f _t =	0,41 cm
------------------	---------

Deslocamento Limite	
Δ _{lim} =	0,84 cm
Δ _{lim} =	2,003 cm ⁴
Δ _{lim} =	120 cm ³

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122:** Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:** Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

BATTI, M. **Análise experimental de vigas de concreto armado reforçadas ao cisalhamento com chapa de aço.** 2016. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/4045/1/Mar%C3%ADlia%20Marcon%20Bez%20Ba%20tti.pdf>>. Acesso em: 28 ago 2018.

BEBER, A. J. **Comportamento estrutural de vigas de concreto armado reforçadas com compósitos de fibra de carbono.** 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/2974>>. Acesso em: 10 out 2018.

BARROS, J. A. O. **Materiais compósitos no reforço de estruturas.** 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/3140>>. Acesso em: 10 out 2018.

CAMPOS, L. E. T. **Técnicas de Recuperação e Reforço Estrutural com Estruturas de Aço.** 2006. Disponível em: <http://www.labciv.eng.uerj.br/rm4/files/msc_eduardo.pdf>. Acesso em: 22 ago 2018.

GOMES, B. F.; ODAGUIRI, G. O. **Estudo da Utilização de Estruturas Metálicas na Construção Civil.** 2018. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/index.php/episteme/article/download/883/798>>. Acesso em: 25 ago 2018.

GERDAL. **Detalhamento de produtos.** 2018. Disponível em: <www.gerdau.com.br/pt/productservices/products/Document%20Gallery/perfil-estrutural-tabela-de-bitolas.pdf>. Acesso em: 04 mai 2018.

MARTINS, M. G. **Estudo de caso do projeto de reforço estrutural em uma edificação residencial de três pavimentos.** 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/411>>. Acesso em: 29 ago 2018.

OLIVEIRA, C. **Deformação Lenta das Estruturas de Concreto Armado e suas Manifestações Patológicas.** 2018. Disponível em: <<http://177.101.17.124/index.php/ret/article/download/11899/209209210174>>. Acesso em: 29 ago 2018.

BEDE, P. **Composição do aço**. Revista Techne. 2018. Disponível em:
<<https://techne.pini.com.br/2018/04/>>. Acesso em: 29 ago 2018.

RODRIGUES, R. M. **Reabilitação Estrutural em Concreto Armado**. 2017. Disponível em:
<<http://www.revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/download/237/227>>. Acesso
em: 29 ago 2018.

SIMÕES, M. L. F. **Reforço à flexão de vigas de concreto armado por encamisamento parcial**. 2007. Disponível em:
<http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/mestrado/estruturas/2007/Teses/SIMOES_MLF_07_t_M_est.pdf>. Acesso em: 15 out 2018.

REFORÇO ESTRUTURAL DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO PERFIL “I” TIPO LAMINADO

FERREIRA, Zenilton¹; MARQUES, Polyanna Cristina²; ANDRADE NETO, Ivo Carrijo³

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

²Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás- Uni-ANHANGUERA.

³Professor, Mestre, Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás- Uni-ANHANGUERA.

O trabalho realizado foi um estudo de caso de um projeto de Retrofit, ampliação e reforma de uma estrutura já existente, foi elaborado um novo projeto arquitetônico com o objetivo de ampliar a residência existente, e com base nesse projeto algumas modificações importantes a serem feitas. Se baseando nesse novo projeto analisamos a estrutura para conferir se a mesma que consegue suportar os novos esforços que irá surgir devido a reforma. Com a análise do novo projeto, onde foi estudada toda a estrutura tivemos resultados que asseguram que estrutura já tinha sido projetada para suportar um segundo pavimento, ou seja o proprietário já tinha o objetivo de realizar um segundo pavimento, precisando apenas de algumas adequações devido ao novo projeto arquitetônico, não sendo necessário grandes mudanças o que poderia inviabilizar o projeto devido aos altos custos. A principal adequação que foi executada foi a instalação de escada em concreto armado, a escada foi locada no espaço onde seria a copa, e para tal adequação teremos que colocar uma peça de aço laminado para suportar a carga da escada e também da laje. Na laje existente foi feito um corte de 2,80x3,34m para o vão da escada. Com os resultados obtidos, depois de averiguar todos os carregamentos que a peça terá que suportar, chegamos á conclusão que a viga suportará todos os novos carregamentos de forma a não prejudicar o seu desempenho, outra observação importante é que sabemos que será preciso realizar uma nova fundação para a sustentação da escada e do reforço que será aplicado, mas não entraremos no foco de fundação apenas de aplicação do reforço e aplicação de novas cargas devido ao novo projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura. Objetivo. Ampliar. Projeto.