



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

VANESSA SILVA CARVALHO

**INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM EDÍFÍCIOS DE
CONCRETO ARMADO SOBRE FUNDAÇÃO PROFUNDA**

**PORTO NACIONAL-TO
2017/2**

VANESSA SILVA CARVALHO

**INFLUÊNCIA DO SOLO-ESTRUTURA EM UM EDIFÍCIO ALTO DE CONCRETO
ARMADO SOBRE FUNDAÇÃO PROFUNDA**

Projeto de conclusão do curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Estruturas e Geotécnica

Orientador: Douglas Augusto Freitas dos Santos.

Co-Orientador: Adauto Cesar Rosa do Nascimento.

**PORTO NACIONAL-TO
2017/2**

VANESSA SILVA CARVALHO

**INFLUÊNCIA DO SOLO-ESTRUTURA EM UM EDIFÍCIO ALTO DE CONCRETO
ARMADO SOBRE FUNDAÇÃO PROFUNDA**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia apresentada e defendida em ____/____/____ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Professor: Me. Douglas Freitas Augusto dos Santos (Orientador)

Professor: Me. Adauto Cezar Rosa do Nascimento. (Co-Orientador)

Professora: Me. Silvia Barroso Gomes Souto

**PORTO NACIONAL - TO
2017**

RESUMO

Neste trabalho será apresentado a análise da interação solo estrutura, em edifício de concreto armado de múltiplos pavimentos. Devido à grande incompatibilização dos edifícios, dado pelo dimensionamento seccionado das etapas do prédio e da admissão de hipóteses durante o mesmo. A edificação é estimada sob condições de fatores que são desconsiderados de modo que estrutura fica superdimensionada. Diante dessas circunstâncias, o objetivo é analisar de forma integrada os projetos da subestrutura, que compreende as fundações, e da superestrutura, que são as vigas, pilares e lajes, considerando todos os agentes que poderão influenciar a edificação. Para que seja possível essa análise, será utilizado o *Software* SAP 2000, que tem como base os elementos finitos. Será analisado um modelo com condições que são realizadas na maioria dos escritórios, que é uma fundação com engaste perfeito, e o segundo modelo será considerado uma fundação deslocável, ambos serão analisado com a superestrutura. Após o processamento dos modelos, os resultados obtidos da análise global serão comparados com auxílio do Excel e serão verificados os parâmetros obtidos as normativas. Logo após a análise dos parâmetros será possível concluir as vantagens diante dos resultados das vantagens da utilização da análise da interação solo estrutura e as considerações dos elementos e das condições impostas aos projetos.

Palavras Chaves: Interação Solo- Estrutura; SAP 2000; Compatibilização de Projetos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1. FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO MECANISMO DA INTERAÇÃO SOLO E ESTRUTURA	13
3.1.1. Rigidez do solo-estrutura	14
3.1.2. Influência do Número dos pavimentos	15
3.1.3. Edifícios vizinhos	15
3.1.4. Presença de cintas	16
3.1.5. Forma em planta da edificação	16
3.1.6. Processos construtivos	16
3.2 ANÁLISES GLOBAIS	17
3.2.1. Não linearidade física	17
3.2.2. Não linearidade geométrica	18
3.2.3. Efeitos de Segunda ordem	18
3.2.4. Coeficiente alfa- α	19
3.2.5. Gama-z(γ_z)	20
3.2.6. P-Delta (P- Δ)	21
3.3. INFLUÊNCIA DO VENTO	22
3.3.1 Vento segundo NBR 6123 (2013)	22
3.4. MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS (MEF)	26
3.5. ANÁLISE DOS MODELOS DINÂMICOS LINEAR	27
3.5.1. Sistema com múltiplos graus de liberdade	28
3.5.2. Análise Modal	29
4. METODOLOGIA	30
4.1. DESCRIÇÃO DO PRÉDIO	30
4.2. MÉTODOS PARA A OBTENÇÃO DO COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL	33
4.3. METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DE INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA ..	34
4.5. MODELO I	36

4.6.MODELO II	37
5. ORÇAMENTO	38
6.CRONOGRAMA	39
7. RESULTADOS ESPERADOS	40
REFERÊNCIAS.....	41
ANEXO A – Corte esquemático.....	44
Anexo B- Currículo Lates	45
ANEXO C- Currículo Lates.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Recalque <i>versus</i> rigidez relativa estrutura-solo	14
Figura 2 - Surgimento do efeito P-Delta devido o vento	22
Figura 3- Mapa de isópletas, velocidade básica do vento em m/s	23
Figura 4- Estrutura modelada no SAP 2000	27
Figura 5- Sistema massa-mola amortecido com múltiplos graus de liberdade	28
Figura 6- Planta baixa da edificação Rio Mendonza	31
Figura 7- Representação da locação das fundações	32
Figura 8-Discretização da fundação com as molas	37

1. INTRODUÇÃO

Muitas inovações têm surgido na Engenharia Civil, desde o descobrimento de novos métodos construtivos, novos materiais e tecnologias, *softwares* cada vez mais avançados tem possibilitado a construção de estruturas maiores e sofisticadas. Entretanto ainda estamos longe de conhecer todas as reais situações que ocorrem nas edificações e aplicá-las de forma mais consistente, um exemplo é a forma de dimensionar a superestrutura separada da infraestrutura, considerando o solo como um maciço de apoio indeslocável, homogêneo e isotrópico, o que já foi comprovado em diferentes pesquisas científicas que não corresponde à realidade. Diante disso a interação solo-estrutura (ISE), ainda é um assunto muito complexo, o que faz com que esse tema seja desconsiderado pela maioria dos projetistas.

De acordo com Scarlat (1993) sob a perspectiva do método teórico, o mais exato, é possível obter deformação do solo pelo processo da análise interativa tridimensional, pois o maciço do solo e a estrutura tornam-se um único sistema.

Neste tipo de análise, o solo é considerado até os limites em que os efeitos de tensão possam ser desprezados e, neste caso, a existência de apoios para os limites não teriam efeito algum sobre a resposta da ISE.

Contudo, esse tipo de análise é sofisticado e requer métodos numéricos, como, por exemplo, o Método dos Elementos Finitos. Dessa maneira, este processo está ao alcance de poucos profissionais, e normalmente são necessários grande experiência anterior e conhecimento aprofundado a respeito de modelos constitutivos. Por esse motivo, tal alternativa tem sido empregada apenas no meio científico e eventualmente no meio prático, quando a importância do problema justifica esse tipo de análise. Uma maneira mais simplificada de quantificar o efeito da deformabilidade dos solos, embora menos preciso que a análise interativa, considerando o meio contínuo tridimensional, consiste em considerar uma série de molas discretas sob a base da fundação.

Seguindo as prescrições da NBR 6118 (2014, pg. 56) no item 11.2.1:

Na análise estrutural deve ser considerada a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a segurança da estrutura em exame, levando-se em conta os possíveis estados limites últimos e os de serviço.

Com isso este trabalho tem como fundamento a compatibilização dos projetos estrutural e geotécnica para obter um projeto mais próximo da realidade

levando em consideração todos os efeitos possíveis que poderá influenciar a estrutura.

.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como finalidade verificar a interação solo-estrutura (ISE) em edifícios altos de concreto armado sobre fundação profunda, em blocos sobre estacas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o modelo com apoio indeslocável e o modelo com ISE adotando modelos simplificados (molas);
- Verificar a influência da interação solo-estrutura nas tensões e deformações dos pilares por meio da análise dos métodos de elementos finitos (MEF);
- Analisar os efeitos de segunda ordem global, por meio da interação solo-estrutura, com os parâmetros gama-z e P-delta;
- Relacionar o parâmetro gama-z com *buckling load factor*;
- Aferir a influência da estabilidade local com ISE.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

As edificações são projetadas há várias décadas, considerando a hipótese simplificada de que as fundações estão apoiadas sobre vínculos indeslocáveis, ou seja, uma ligação rígida da estrutura com o maciço de solo. Assumindo que o solo tem um comportamento homogêneo, isotrópico e linear, fato não representado pela realidade, devido cada solo apresentar suas características intrínsecas (IWAMOTO, 2000).

Posteriormente ao cálculo estrutural o projeto é repassado ao projetista geotécnico, que através da planta de cargas dimensiona as fundações sob condições reais, depois de calculado a fundação o projeto é repassado novamente ao engenheiro estrutural para dimensionamento da armadura (MOTA, 2009).

Esse tipo de método analítico gera uma grande incompatibilização de projeto. A NBR 6118 (2014, pg. 56) no item 11.2.1 recomenda que na “análise estrutural deve ser considerada a influência de todas as ações que podem produzir efeitos significativos para a segurança da estrutura em exame”. O que de fato não ocorre quando se desconsidera a Interação Solo-Estrutura (ISE). Diante disso, diversas pesquisas têm sido realizadas sobre a ISE, a fim de sanar essas deficiências e compreender melhor essa interação.

3.1. FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO MECANISMO DA INTERAÇÃO SOLO E ESTRUTURA

As evidências encontradas em diversas literaturas acadêmicas relatam que a ISE, é influenciada pela rigidez do solo-estrutura, a influência do número de pavimentos, a presença de cintas, o aumento da rigidez devido à forma geométrica da planta da edificação e a influência de edificações vizinhas. Além disso, as etapas de construção podem gerar recalques e reações diferentes a medida que a edificação vai sendo levantada.

3.1.1. Rigidez do solo-estrutura

A ligação de vigas e pilares dá origem ao que conhecemos de pórticos, esse tipo de ligações, possibilita uma maior rigidez à estrutura, minimizando os efeitos do recalque total e diferencial (MENDES, 2016).

Segundo Colares (2006) após a análise do desempenho de um pórtico, formado por um edifício de concreto armado, apoiado em um meio elástico, chegou-se a um parâmetro de rigidez relativa estrutura-solo (K_{ss}), como meio de avaliar os recalques, conforme a equação 1.

$$K_{ss} = \frac{E_c I_B}{E_s l^4} \quad \text{Equação 1}$$

E_c – módulo de elasticidade do material da estrutura

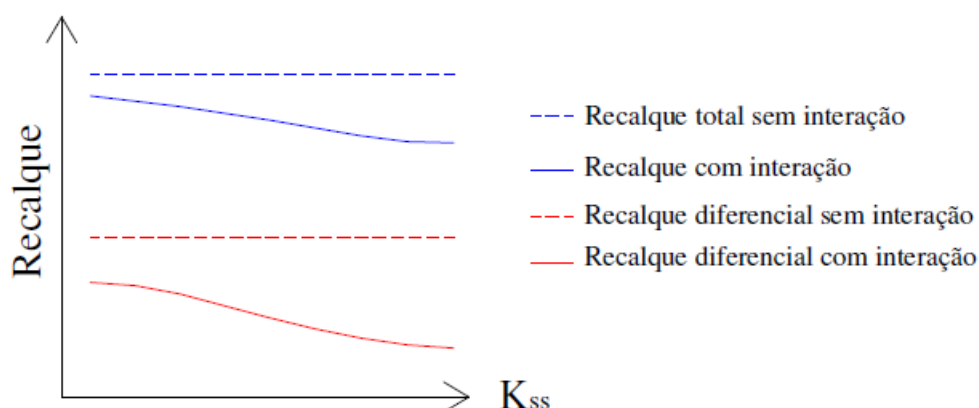
E_s – módulo de elasticidade do solo

I_b – momento de inércia da viga típica

l – comprimento do vão entre pilares

De acordo com a Fig.1 é possível perceber que à medida que a rigidez relativa estrutura-solo (K_{ss}) cresce, os valores do recalque diferencial é reduzido de maneira significativa.

Figura 1- Recalque *versus* rigidez relativa estrutura-solo



Fonte: Lopes & Gusmão (1991)

3.1.2. Influência do Número dos pavimentos

Os acréscimos do número de pavimentos levam a estrutura a possuir uma estrutura global mais rígida. Entretanto essa rigidez não cresce de maneira linear, os primeiros pavimentos exercerão maiores influência nessa rigidez, o que pode ser observado com a diminuição dos recalques (IWAMOTO, 2000).

Com isso, Mota (2009) utilizando a analogia de vigas-parede, notou que quanto maior o número de pavimentos de uma estrutura, maior será sua rigidez na direção vertical.

Segundo Antoniazzi (2011, p.22), reitera que na prática, “em edificações de porte médio a alto (acima de oito pavimentos), a rigidez do conjunto solo-estrutura pode contribuir de 30 a 60% nos recalques e nas distorções angulares.”

Entretanto ao crescer o número de pavimentos de maneira contínua, a rigidez tende ao limite, de maneira que o número de andares não influenciará mais, e os recalques tornam-se dependente apenas do carregamento, (COLARES, 2009). Diante disso Mendes (2016) acrescenta que o efeito da ISE ocasiona o surgimento de momentos fletores, e que são mais significativos nos primeiros andares.

3.1.3. Edifícios vizinhos

Segundo Antoniazzi (2011) nas influências das edificações vizinhas foram observadas nos primeiros estudos relação com o recalque, na qual os carregamentos oriundos das edificações foram divididos em algumas situações, conforme a seguir:

1. Dois prédios foram construídos simultaneamente. Assim sucedeu uma superposição de tensões na origem do bulbo de tensões devido os carregamentos, no ponto onde os bulbos de tensões de ambos se coincidem as tensões são maiores, onde pode se ocasionar um tombamento dos prédios em sentido contrário.
2. Os dois prédios são construídos com uma diferença de tempo. O prédio que foi executado primeiro tem em sua base pré- adensada. O segundo prédio construído subsequente provoca um aumento de tensões que somadas às tensões do prédio já existente, provoca um aumento no recalque. Os recalques serão maiores ao mesmo lado, dessa maneira os prédios poderá tomar no mesmo sentido.

3. Um terceiro prédio é construído, entre os dois prédios pré- existente. O novo prédio provoca um novo acréscimo de tensões nos outros dois prédios, provocando um recalque, que podem tomar em direções opostas.
4. Dois novos prédios são construídos entre um prédio já existente. O adensamento do solo do prédio existente provocará um recalque maior próximo ao maciço de solo dos dois novos prédios, provocando um tombamento dos dois novos prédios no sentido dos prédios existentes.

Diante dessas situações é perceptível que a influência de qualquer elemento em torno ou sob processo construtivo influenciará a edificação.

3.1.4. Presença de cintas

Segundo Gonçalves (2004) a utilização de cintas na estrutura auxilia na uniformização dos recalques, já que sua ação reduz à medida que aumenta o número de pavimentos, a ponto de ser desconsiderada acima de oito pavimentos.

Mendes (2016) também afirma que os benefícios do uso das cintas na estrutura impedem o deslocamento no sentido horizontal das fundações, delimita rotações e depreende parte dos momentos fletores que chegam à subestrutura, fornecendo-a uma estabilidade global.

3.1.5. Forma em planta da edificação

Diferentes estudos sobre a ISE levaram em consideração a influência do formato da edificação, e observou-se durante o monitoramento dos recalques, que os edifícios que possuíam um formato mais regular tinham propensão a recalques mais uniformes. Com isso, Barata (1986, *apud* ANTONIAZZI, 2011, p.26) declara que quanto mais próxima de um quadrado for à planta da edificação, maior será essa tendência, de recalques uniformes.

3.1.6. Processos construtivos

Na maioria dos cálculos usam-se métodos muito simplificados, o peso próprio do edifício é considerado somente após sua construção completa. No entanto há vários fatores como já foram citados anteriormente que influenciam no processo construtivo (COLARES, 2006).

À medida que se vai construindo novos pavimentos, ocorrem tendências a uniformização dos recalques devido ao aumento da rigidez da estrutura, sendo

que essa rigidez cresce linearmente com o número de pavimento, segundo Gusmão e Gusmão Filho (1994, *apud* MENDES 2016, p.27).

3.2 ANÁLISES GLOBAIS

A tendência de edifícios cada vez mais altos e esbeltos está sujeitos a esforços horizontais e verticais com maior intensidade. Com isso fatores que até então eram desconsiderados, como a não-linearidade física e geométrica e os efeitos de segunda ordem hoje são essenciais (OLIVEIRA, 2007).

Em relação à análise da estabilidade, a norma assegura dois parâmetros para o auxílio da estimativa dos esforços de segunda ordem, são eles: α (alfa) e γ_z (Gama-Z), por meios desses parâmetros é possível estimar as estruturas em nós fixos e nós móveis (MONCAYO, 2011).

3.2.1. Não linearidade física

A linearidade física está relacionada à Lei de Hooke, ou seja, estão ligadas as propriedades de reação do material. No caso do concreto, ele fica submetido a mais esforços de tração do que pode resistir, isso ocasiona fissuras, rompendo por ruptura a tração. Dessa maneira os materiais quando combinado, no caso o concreto e o aço, se comporta de maneira não-linear, ou seja, sua tensão-deformação não é linear, e o material se comporta como não elástico, afetando sua rigidez. Devido a isso é necessária uma análise mais complexa (FEITOSA; ALVES; FERREIRA, 2016).

Para a análise dos esforços globais de 2ª ordem, em estruturas reticuladas com no mínimo quatro andares, pode ser considerada a não linearidade física de maneira aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores seguintes, (FREITAS; LUCHI; FERREIRA, 2016)

- Lajes: $(EI)_{sec} = 0,3 E_c I_c$
- Vigas:
 - $(EI)_{sec} = 0,4 E_c I_c$ para $A_s' \neq A_s$
 - $(EI)_{sec} = 0,5 E_c I_c$ para $A_s' = A_s$
- Pilares: $(EI)_{sec} = 0,8 E_c I_c$
- Pilares e Vigas $(EI)_{sec} = 0,7 E_c I_c$

Onde:

I_c é o momento de inércia da seção bruta de concreto,

E_c é o valor representativo do módulo de deformação do concreto

A não linearidade física, presente nas estruturas de concreto armado, deve ser obrigatoriamente considerada, segundo o item 15.3 da norma 6118 (2014, pg.100)

3.2.2. Não linearidade geométrica

A não linearidade geométrica está relacionada às modificações que poderão ocorrer na forma geométrica nos elementos estruturais longo do edifício. Ao analisar um sistema estrutural para valores notáveis de deformação, surge o aparecimento de momentos fletores adicionais, em razão da força normal e vertical. Neste caso os efeitos não lineares estão associados às equações de equilíbrio, que consideram a configuração deformada, e as relações deformação-deslocamento. (PEREIRA, 2002).

3.2.3. Efeitos de Segunda ordem

Os efeitos de segunda ordem ocorrem em razão de solicitações horizontais, oriundas do vento ou devido a erros no processo construtivo, bem como desaprumo, falta de retinidade e assimetria decorrente dos carregamentos verticais, desta forma os edifícios de concreto armado são solicitados a flexão, á visto disso o efeito de segunda ordem deve ser levado em consideração nos cálculos (LACERDA et al., 2014).

Segundo Feitosa e Ferreira (2016) definem que os efeitos de 2ª ordem são efeitos adicionais à estrutura gerados a partir de sua deformação. Eles são responsáveis por provocar um comportamento não linear na estrutura (não linearidade geométrica e física).

A ABNT 6118 (2014) classifica estruturas em nós fixos e nós móveis. Quando a estrutura é rígida classifica-se em nós fixos, devido a isso os deslocamentos horizontais presentes nos nós são desprezados no cálculo do efeito de segunda ordem. Em contrapartida, quando a estrutura é admitida como nós

móveis, os efeitos de segunda ordem são muito significativos e devem ser considerados.

Segundo a ABNT 6118 (2014) menciona que as estruturas são consideradas, para efeito de cálculo, de nós fixos, quando os deslocamentos horizontais dos nós são pequenos e, por decorrência, os efeitos globais de 2º ordem são desprezíveis (inferiores de 10% dos respectivos esforços de 1º ordem).

3.2.4. Coeficiente alfa- α

Através do coeficiente alfa α é possível obter uma medida, da deformação horizontal da estrutura, que avaliará os efeitos de segunda ordem no edifício. Com isso se o parâmetro α obtido for maior que o limite, torna-se necessário para o efeito de segunda ordem (OLIVEIRA, 2007).

Segundo a ABNT 6118 (2014, pg.104) estabelece no item 15.5.2 Parâmetro de instabilidade α , pode ser classificado:

- $\alpha \leq 0,7$: para sistemas compostos apenas por paredes.
- $\alpha \leq 0,6$: para sistemas mistos.
- $\alpha \leq 0,5$: para sistemas compostos apenas por pórticos.

Idealizado primeiramente por Beck e Koing, baseado na teoria de Euler logo depois foi definido como parâmetro de instabilidade. (FRANCO; VASCONCELOS, 1991) Segundo a (eq.3).

$$\alpha = H \sqrt{\frac{P}{EI}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

α : parâmetro de estabilidade

H: altura total do edifício

P: peso total da edificação

EI: rigidez à flexão do sistema de contraventamento

Uma parte importante da equação proposta por Beck é o modulo de rigidez equivalente EI. Segundo Cicolin (2007), para determinação do módulo de rigidez equivalente (EI_{eq}) verifica-se o deslocamento no topo do edifício quando

submetido a uma ação lateral uniformemente distribuída, e calcula-se a rigidez de um pilar em balanço de seção constante, com a mesma altura, sujeito às mesmas ações e apresentando deslocamento no topo idêntico ao da estrutura em estudo. Conforme a Equação 3.

$$(EI)EQ = \frac{FH^3}{3F} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

(EI) eq: rigidez equivalente da estrutura de contraventamento

F: força concentrada adotada

H: altura da edificação

f: flecha obtida no topo

3.2.5. Gama-z(γ_z)

De acordo com Moncayo (2011) o coeficiente γ_z é um parâmetro que avalia, de forma simples e bastante eficiente, a estabilidade global de um edifício com estrutura de concreto armado.

A NBR 6118(2014) descreve que o coeficiente γ_z de avaliação da importância dos esforços de segunda ordem globais é válido para estruturas reticuladas de no mínimo quatro andares ele pode ser determinado a partir dos resultados de uma análise linear de primeira ordem para cada caso de carregamento, adotando-se os valores de Rigidez consideração aproximada a não linearidade física. Para a combinação de carregamento, calcula-se o valor γ_z através da seguinte equação 4.

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M}{M1}} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

ΔM - acréscimos de deslocamentos oriundo dos carregamentos verticais.

M1- momento de primeira ordem.

Logo, encontrado o valor de γ_z , é possível classificar a estrutura como indeslocável (nós fixos) se $\gamma_z \leq 1,1$ ou deslocável (nós moveis) se o valor não for atendido ao primeiro requisito.

Segundo Franco e Vasconcelos (1991) a utilização do γ_z como majorado dos momentos de primeira ordem fornece uma boa estimativa dos resultados da análise de segunda ordem; o método foi empregado com sucesso em edifícios altos com γ_z da ordem de 1,2 ou mais. Vasconcelos (1996) acrescenta que este processo é válido mesmo para valores de γ_z inferiores a 1,10, casos nos quais as normas técnicas permitem não considerar os efeitos de segunda ordem.

3.2.6. P-Delta (P- Δ)

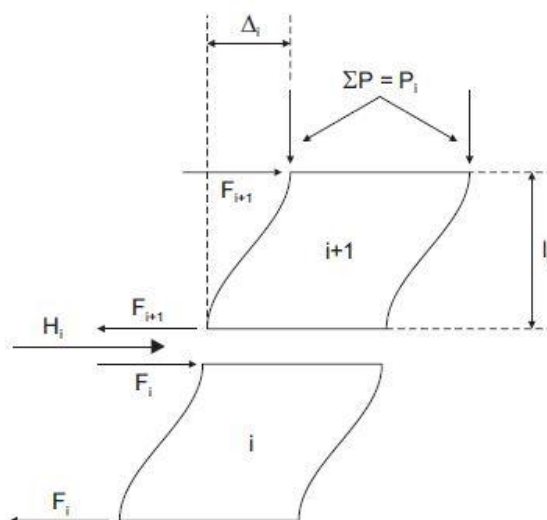
O método de cálculo do P-Delta é empregado quando se deseja obter resultados mais satisfatórios em relação aos efeitos de segunda ordem, por ser um processo de elaboração de dados claro e eficiente em relação a outros casos rigorosos. Porém, até o momento, consiste em um procedimento iterativo, em razão dos deslocamentos subsequentes são transformados em forças horizontais uniformes.

É de extrema importância em edifícios altos avaliar os efeitos dos deslocamentos, pois é muito expressivo. Além disso, as ações geradas devido ao peso próprio e as sobrecargas geram efeitos adicionais, devido ao momento de 2ª ordem (CAMPOÓ; CORRÊA; RAMALHO, 2005).

Teixeira (2008) relata que o efeito P-Delta corresponde a um acréscimo de momentos que resulta da deformação da estrutura, mais especificamente um deslocamento horizontal o que é consequência da alteração do ponto de aplicação das cargas verticais, não estando mais colineares com os pilares.

A etapa inicial da análise estrutural é marcada pelas ações horizontais e verticais, resultando em deslocamentos Δ_i relativos para cada andar, esses deslocamentos propiciam a momentos ($P_i \cdot \Delta_i$) por toda extensão vertical do edifício. Os acréscimos de momento são, então substituídos por um binário de mesmo efeito ($F_{i,1i}$) causados por forças horizontais equivalentes ($F_i = (P_i \cdot \Delta_i)/1_i$) conforme a Fig.2

Figura 2 - Surgimento do efeito P-Delta devido o vento



Fonte: Campoó; Corrêa; Ramalho (2005)

Na segunda etapa, as forças horizontais são somadas a original, e a estrutura é processada novamente, obtendo novos deslocamentos nodais, que provocam acréscimos aos momentos e consequentemente as ações horizontais, esse processo continua até esses deslocamentos sejam pequenos, de maneira que possa admitir o seu valor.

3.3. INFLUÊNCIA DO VENTO

Toda estrutura está sujeita a reações quer seja na vertical ou horizontal. As solicitações das ações verticais são oriundas do vento, com isso é de fundamental importância saber como o vento vai agir e como determinar essa força na edificação.

3.3.1 Vento segundo NBR 6123 (2013)

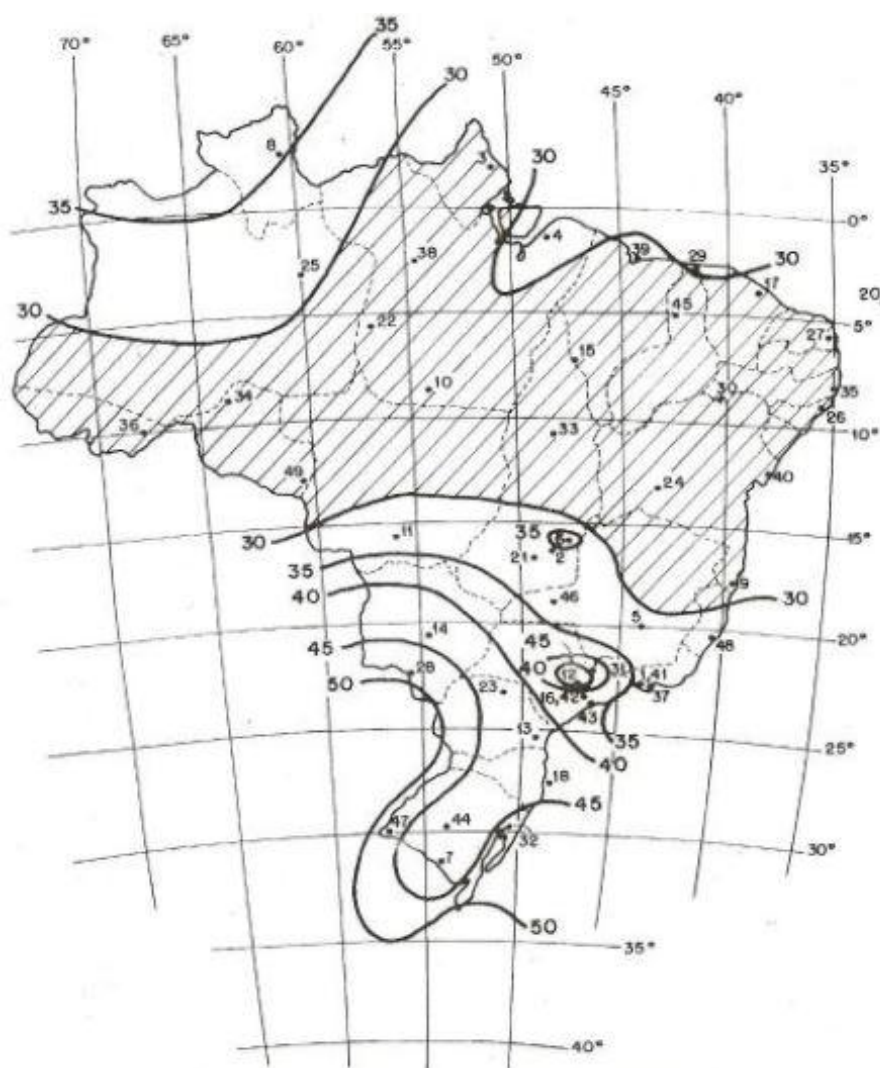
As ações devido o vento são resultados de uma série de condições específicas do local que uma determinada estrutura será construída. A norma define que as forças estáticas devidas ao vento devem ser determinadas a partir do cálculo da pressão dinâmica q , definida pela equação 5.

$$q = 0,613 \cdot V_k^2 = 0,613 \cdot (V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3)^2 \quad \text{Equação 5}$$

Onde, V_k Velocidade característica do vento; V_0 Velocidade básica do vento (em m/s); S_1 Fator topográfico; S_2 Fator que combina os efeitos da rugosidade do terreno, da variação da velocidade com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação considerada; S_3 Fator estatístico.

Para a determinação da velocidade básica do vento (V_0) recomenda-se a utilização do gráfico de isópetas do Brasil. Para a cidade de Belém, pode-se adotar V_0 igual a 30 m/s, conforme demonstrado na (fig.3).

Figura 3- Mapa de isópetas, velocidade básica do vento em m/s



Fonte: NBR 6123 (2013)

O fator topográfico S1 leva em consideração as variações do relevo do terreno. No caso, definiu-se que a estrutura encontra-se em um local aberto e plano. Dessa forma, para estas condições, a norma recomenda adotar um valor unitário para S1.

O fator S2 é o fruto da combinação dos efeitos da rugosidade do terreno, das dimensões da edificação e da altura sobre o terreno, dado no Quadro 1 partir da descrição do ambiente onde a edificação será construída obtém a categoria.

Quadro 1- Definição de categorias para determinação do coeficiente S_2

Categoria	Descrição do ambiente
I	Mar calmo, lagos, rios, pântanos.
II	Campos de aviação, fazendas.
III	Casas de campo, fazendas com muros, subúrbios, com altura média dos obstáculos de 3,0 m.
IV	Cidades pequenas, subúrbios densamente construídos, áreas industriais desenvolvidas, com muros, subúrbios, com altura média dos obstáculos de 10,0 m.
V	Florestas com árvores altas, centros de grandes cidades, com altura média igual ou superior a 25,0 m.

Fonte: NBR 6123 (2013)

No Quadro 2 de acordo com a descrição da altura da edificação obtém a classe.

Quadro 2- Dimensões da edificação

Classe	Descrição
A	Maior dimensão da superfície frontal menor ou igual a 20 metros
B	Maior dimensão da superfície frontal entre 20 e 50 metros
C	Maior dimensão da superfície frontal que 50 metros

Fonte: NBR 6123 (2013)

Após a classificação conforme a NBR 6123 (2013) que classifica a rugosidade e dimensões da estrutura em categorias e classes, respectivamente. A que melhor representa a região avaliada da estrutura é a Categoria III (“terrenos abertos em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas”) e a Classe A (“maior dimensão da superfície frontal menor ou igual a 20 metros”). Com base nesses parâmetros e na altura do galpão, tem-se que S_2 é igual 0,94, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3- Fator S_2

Z (m)	Categoria														
	I			II			III			IV			V		
	Classe			Classe			Classe			Classe			Classe		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
≤ 5	1,06	1,04	1,01	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73	0,74	0,72	0,67
10	1,10	1,09	1,06	1,00	0,98	0,95	0,94	0,92	0,88	0,86	0,83	0,80	0,74	0,72	0,67
15	1,13	1,12	1,09	1,04	1,02	0,99	0,98	0,96	0,93	0,90	0,88	0,84	0,79	0,76	0,72
20	1,15	1,14	1,12	1,06	1,04	1,02	1,01	0,99	0,96	0,93	0,91	0,88	0,82	0,80	0,76
30	1,17	1,17	1,15	1,10	1,08	1,06	1,05	1,03	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87	0,85	0,82
40	1,20	1,19	1,17	1,13	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,01	0,99	0,96	0,91	0,86	0,86
50	1,21	1,21	1,19	1,15	1,13	1,12	1,10	1,09	1,06	1,04	1,02	0,99	0,94	0,93	0,89
60	1,22	1,22	1,21	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,97	0,95	0,92
80	1,25	1,24	1,23	1,19	1,18	1,17	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,01	1,00	0,97
100	1,26	1,26	1,25	1,22	1,21	1,20	1,18	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,05	1,03	1,01
120	1,28	1,28	1,27	1,24	1,23	1,22	1,20	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,07	1,06	1,04
140	1,29	1,29	1,28	1,25	1,24	1,24	1,22	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,10	1,09	1,07
160	1,30	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,18	1,16	1,12	1,11	1,10
180	1,31	1,31	1,31	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,20	1,18	1,14	1,14	1,12
200	1,32	1,32	1,32	1,29	1,28	1,28	1,27	1,26	1,25	1,23	1,21	1,20	1,16	1,16	1,14
250	1,34	1,34	1,33	1,31	1,31	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,25	1,23	1,20	1,20	1,18
300	-	-	-	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,26	1,23	1,23	1,22
350	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,26	1,26	1,26
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,32	1,32	1,29	1,29	1,29
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,35	1,33	1,30	1,30	1,30
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,32	1,32
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,34

Fonte: NBR 6123 (2013)

Já o fator S_3 baseia-se em conceitos estatísticos, considerando o grau de segurança requerido para a edificação e sua vida útil. A Quadro 4 apresenta os valores desse fator, na qual a estrutura analisada ocupa o Grupo 3 (“Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação - depósitos, silos, construções rurais, etc.”), o qual considera S_3 igual a 0,95. Dessa forma a ação do vento na estrutura é definida inserindo-se no *Robot* os dados acima definidos.

Quadro 4-Valores mínimos do fator estatístico S_3

Grupo	Descrição	S_3
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residenciais. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação.	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção.	0,83

Fonte: NBR 6123 (2013)

3.4. MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS (MEF)

O MEF é reconhecido como um dos melhores métodos por ser bastante universal é usado em inúmeros problemas da engenharia. “O Método dos Elementos Finitos (MEF) constitui um método numérico/computacional com isso é possível analisar o comportamento de qualquer sistema físico regido por equações diferenciais ou integrais” (Soriano, 2009, pg.01).

O elemento independente de sua geometria pode ser discretizado, ou seja, como um quebra cabeça que quando suas peças encaixadas uma a uma forma um desenho, assim funciona a discretização nos elementos finitos, com isso é possível analisar cada parte da estrutura de forma uniforme e mais próxima da realidade.

Segundo Azevedo (2003) os elementos finitos podem ser classificados em três grupos:

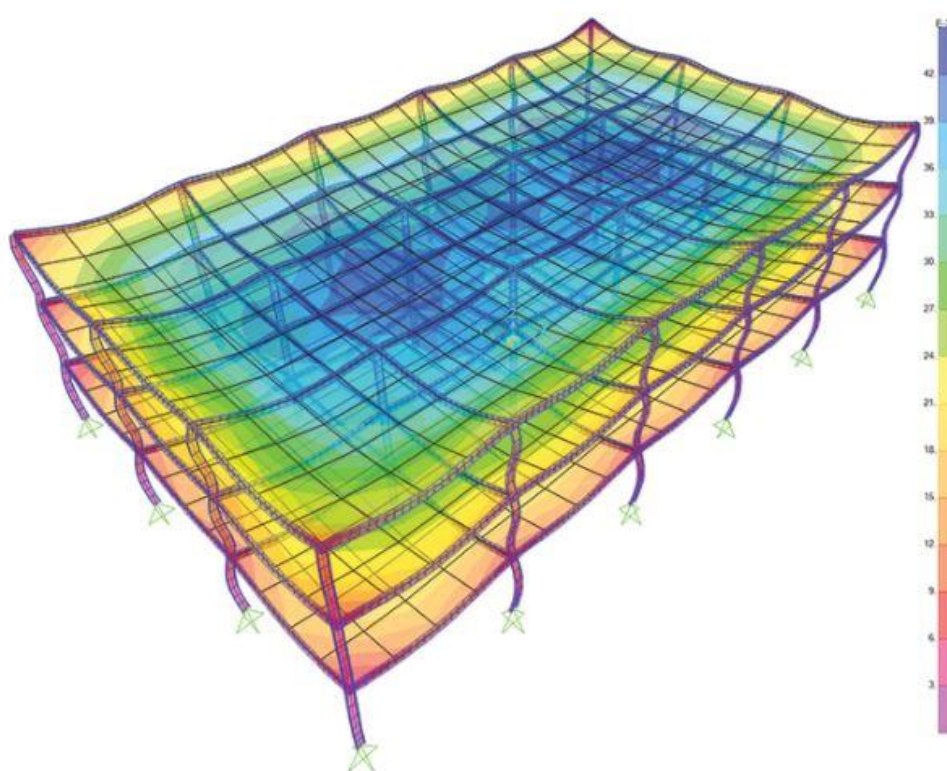
1. Modelo reticulado;
2. Modelo contínuo;
3. Modelo misto.

A escolha de qualquer modelo para a análise da estrutura irá depender da geometria dos elementos, das ações impostas e o comportamento que se deseja verificar.

O modelo usado como objeto de estudo será o modelo contínuo, que tem como característica duas (x, y) ou três (x, y e z) coordenadas espaciais que agem independentes.

Dessa forma o MEF é ligado entre si por um conjunto de nós ou pontos nodais. Ao conjunto desses nós que se forma as malhas. A precisão do MEF é um resultado da quantidade nós e elementos, do formato e do tipo de elementos que compõe a malha, ou seja, quanto menor for a ligação entre esses pontos mais preciso será a análise, gerando um resultado mais exato, que pode ser representado na fig.4.

Figura 4- Estrutura modelada no SAP 2000



Fonte: CSI America

3.5. ANÁLISE DOS MODELOS DINÂMICOS LINEAR

A análise da dinâmica durante um longo tempo foi baseada na teoria linear e admitida como suficiente para compressão das características de vibração de quase todas as estruturas projetadas. Porém com o progresso da modernização das estruturas e utilização de novas tecnologias com mais graus de liberdade, as não linearidade tornaram-se mais dinâmicas, gerando novas vibrações com aspecto

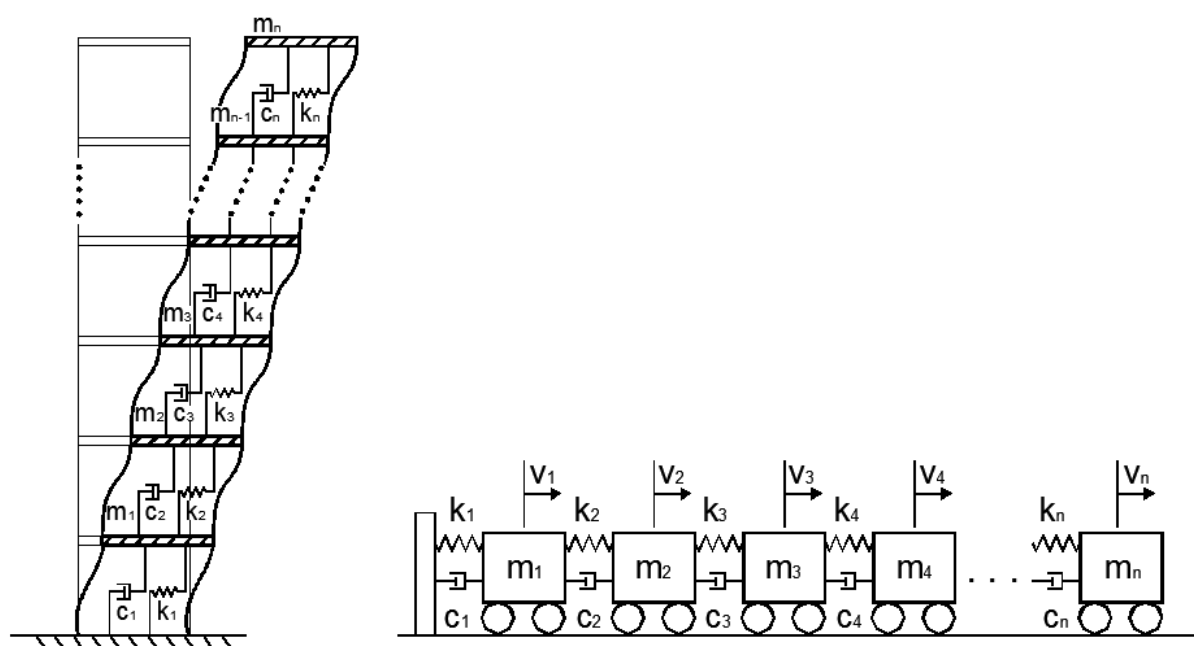
não linear. Nestas situações a análise dinâmica linear deve ser considerada como parte inicial do projeto (CUTRIM, 2014).

3.5.1. Sistema com múltiplos graus de liberdade

Os graus de liberdade em uma estrutura podem ser compreendidos como deslocamentos nodais que são necessários para caracterização da estrutura.

Grande parte das estruturas não é possível ser avaliada por meio de modelos que valem apenas um grau de liberdade pois o desempenho da estrutura não se restringe apenas a uma direção, ou seja, para caracterizá-la é necessário o uso do sistema com múltiplos graus de liberdade. (Nascimento;2015)

Figura 5- Sistema massa-mola amortecido com múltiplos graus de liberdade



Fonte: Nascimento (2015)

A fórmula para o movimento de um sistema com múltiplos graus de liberdade na forma matricial pode ser descrita segundo a Equação 6.

$$\mathbf{M}\dot{v}(t) + \mathbf{C}v(t) + \mathbf{K}v(t) = p(t)$$

Equação 6

Onde:

M é a matriz de massa;
 C é a matriz de amortecimento;
 K é a matriz de rigidez;
 v é o vetor de deslocamentos;
 p é o vetor de cargas externas.

3.5.2. Análise Modal

Toda estrutura é única com isso “a análise modal é a determinação das características dinâmicas de um modelo de estrutura” (SORIANO; 2009 pg.394). No caráter dinâmico estão inclusos as frequências de ressonâncias, conhecidas como frequências naturais. Para que possa obter os parâmetros de vibração quando exposto a cargas operacionais é necessário a massa, rigidez e distribuição da carga na estrutura, ou seja, cada estrutura terá uma frequência natural pois cada estrutura tem suas propriedades do material diferente.

Numericamente é possível obter as frequências naturais, através da equação 7. Segundo Nascimento (2015), a solução dessa equação recai em um problema de autovalores e autovetores onde os autovalores (ω^2) estão relacionados com as frequências naturais de vibração e os autovetores (q) correspondem aos respectivos modos de vibração. Entretanto só é possível obter o as vibrações livres se o determinante for nulo.

$$[K - \omega^2 M]q = 0 \quad \text{Equação 7}$$

Onde,

ω são as frequências naturais angulares de vibração;

q são os modos de vibração correspondentes a cada frequência natural

4. METODOLOGIA

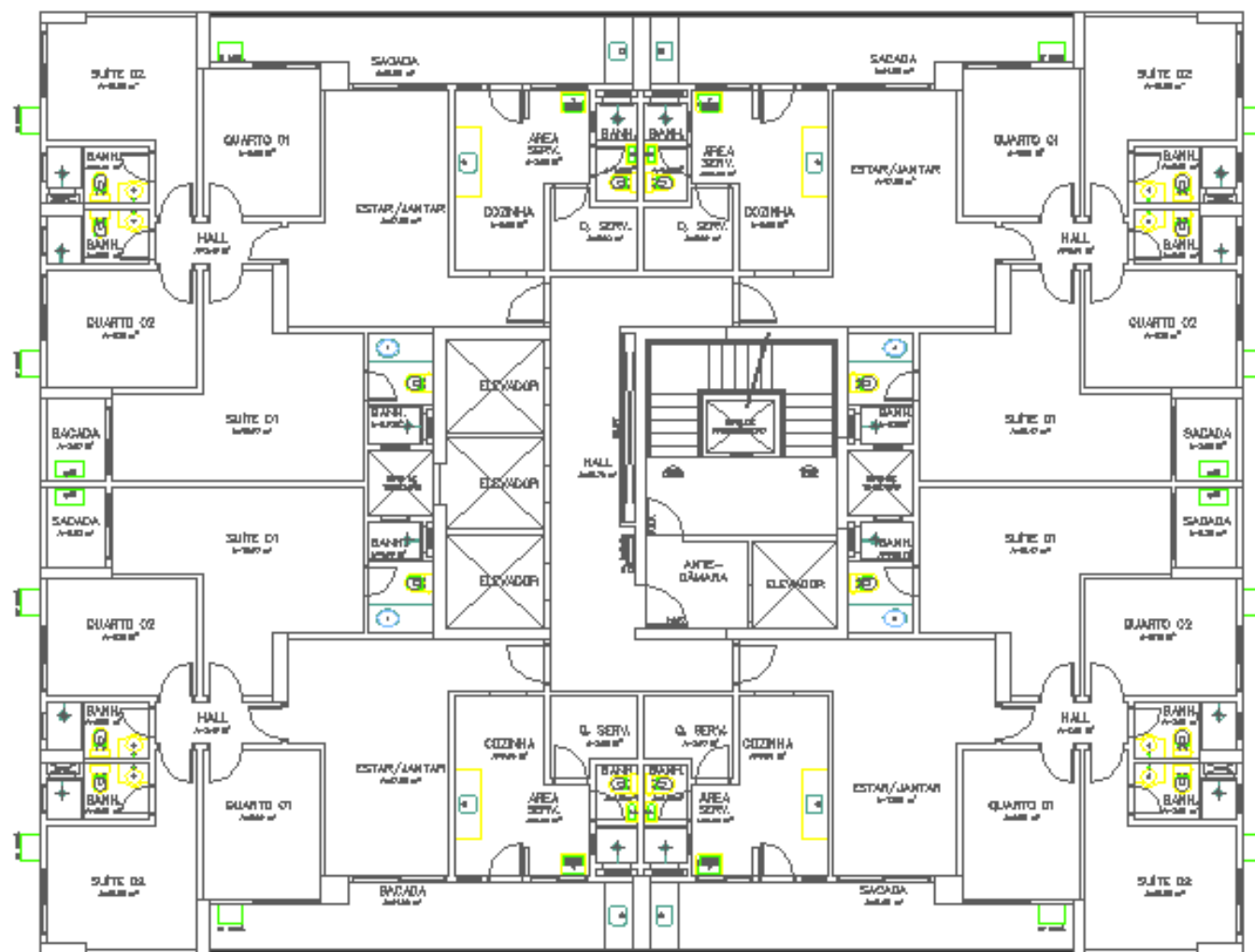
Neste capítulo serão apresentados aspectos ligados a descrição do prédio que será objeto de estudo, metodologias de cálculo para reação vertical (molas) e metodologias de análises da interação solo-estrutura.

4.1. DESCRIÇÃO DO PRÉDIO

O Prédio de estudo é situado na cidade de Belém no Pará. O edifício possui 105,08 metros de altura a partir do nível 0 do terreno e conta com 2 pavimento subsolo, 30 pavimentos tipos, cobertura, forro, caixa d'água e tampa, conforme o Anexo 1.

Cada andar é composto por 4 apartamento, contando com 2 suítes, 2 quartos, 1 quarto de serviço, 2 banheiro , sala de esta/jantar, cozinha, área de serviço e 2 sacadas, hall , escada e elevadores, representada na (fig.6).

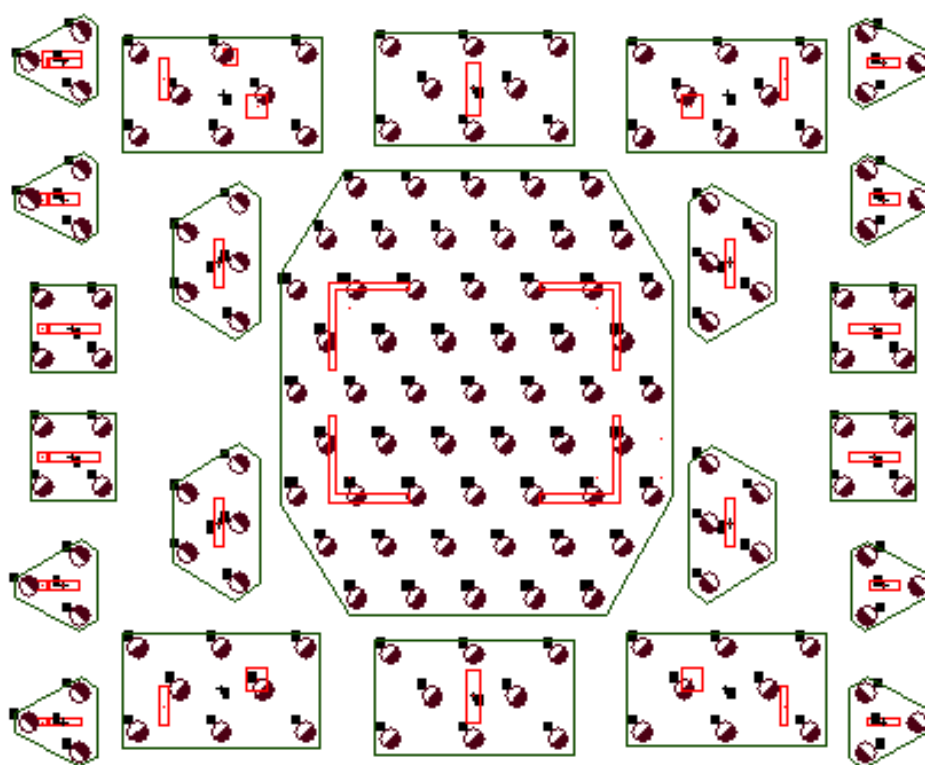
Figura 6- Planta baixa da edificação Rio Mendonza



Fonte: Construtora Marko (2008).

A fundação utilizada na subestrutura foi estaca escavada, 163 estacas do tipo Hélice Contínua Monitorada, com diâmetro de 600 mm e comprimento de 13 metros, a partir da cota -5,77 m, e o concreto especificado com resistência de 20Mpa. A estrutura que é responsável por resistir aos esforços laterais é constituída por pórticos de concreto armado, lajes e o núcleo central rígido, formado por pilares em “L” no qual está localizado no poço dos elevadores e as escadas de emergência. A locação está representada na (fig.7).

Figura 7- Representação da locação das fundações



Fonte:, Construtora Marko (2008).

As paredes externas e internas são constituídas por blocos de tijolos cerâmicos e a resistência característica em projeto do concreto das vigas, lajes e pilares é de 30 MPa.

O elemento da superestrutura foi modelado no software SAP2000 V16.0, as vigas e pilares foram considerados como elementos de barras e a laje como elemento de casca, devido a sua rigidez os esforços laterais são transmitido aos

pilares. O concreto possui um f_{ck} de 30 Mpa e módulo de elasticidade calculado pela expressão $E = 5600\sqrt{f_{ck}}$.

Toda estrutura está sujeita a ações seja externa ou interna, a consideração dessas ações é de grande importância para estrutura, como já se sabe a estrutura deve ser dimensionado para o estado limite de serviço e o estado limite ultimo, para o caso analisado foi as combinações foram tomada como base o estado limite ultimo , quando a estrutura entra em colapso levando a mesma a ruína da peça. A seguir são mostradas as algumas combinações:

- $1,4 \times \text{Perm} + 1,4 \times \text{SC} + 0,84 \times V_{0^\circ}$
- $1,4 \times \text{Perm} + 1,4 \times \text{SC} + 0,84 \times V_{90^\circ}$
- $1,4 \times \text{Perm} + 1,4 \times V_{0^\circ} + 0,7 \times \text{SC}$
- $1,4 \times \text{Perm} + 1,4 \times V_{90^\circ} + 0,7 \times \text{SC}$

Onde:

Perm: cargas permanentes;

SC: sobrecarga;

V_{0° e V_{90° são esforços do vento nas direções a 0° e 90°

4.2. MÉTODOS PARA A OBTENÇÃO DO COEFICIENTE DE REAÇÃO VERTICAL

Para que seja necessário modelar uma estrutura mais próxima da realidade, uma das variáveis que deve ser levada em consideração é o conhecimento do solo local no qual será implementado o empreendimento. Por meio destas informações é possível fazer simulações da ISE nos modelos que serão analisados, empregando o uso de molas (representa a deformação do solo). Para que seja possível o uso das molas é fundamental a obtenção do coeficiente de reação vertical (K_s), que é a razão entre a pressão da superfície de contato (q) e o recalque (w), representado na Equação 8.

$$K_s = \frac{q}{w} \quad \text{Equação 8}$$

O coeficiente de reação (K_s) não é definido por meio de apenas uma característica do solo, mas está ligado a diversos fatores desde a forma e dimensões da fundação, característica do empreendimento e o carregamento.

Para se obter o coeficiente há alguns ensaios de placa, tabela de valores típicos, cálculo do recalque da fundação real e correlações com as propriedades do solo. Para este estudo a obtenção do coeficiente de reação vertical será obtida pelo recalque vertical estimado.

4.3. METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DE INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Muitos autores nas últimas décadas têm se dedicado para o desenvolvimento e aprimoramento de metodologias para o estudo da ISE. Algumas das metodologias existentes para avaliação são baseadas em MEF e formulações matriciais. Infelizmente, esse tipo de análise é muito sofisticado e requerem métodos numéricos complexo, o que torna este processo ao alcance de poucos profissionais, e normalmente são necessária grande experiência anterior e conhecimento aprofundado a respeito de modelos constitutivos. Por esse motivo, tal alternativa tem sido empregada apenas no meio científico e eventualmente no meio prático, quando a importância do problema justifica esse tipo de análise.

Scarlat (1993) relata que uma maneira mais simplificada de quantificar o efeito da deformabilidade dos solos, embora menos precisa que a análise interativa, considerando o meio contínuo tridimensional, consiste em considerar uma série de molas discretas sob a fundação. A maioria dos modelos simplificados que existem são baseados na Hipótese de Winkler e negligencia a interação das molas adjacentes, e os erros tendem a crescer para o caso de solos pouco rígidos.

Para os modelos analisados da ISE serão considerado modelos simplificados no lançamento das reações nas fundações. A busca por um modelo que melhor representasse o solo levou a criação de vários métodos, na qual é listada na tabela 5.

Quadro 5: Modelos Simplificados de molas

MODELO	DESCRIÇÃO DO MODELO	DESCRIÇÃO DO MODELO
Winkler (1867)	Analisa o comportamento das vigas em fundações elásticas. Este método representa o solo como um conjunto de molas lineares elásticas e mutuamente independentes, discretas e rigorosamente espaçadas. Este método é o mais simples e o mais usual.	$p = K_s \cdot W$
Filonenko-Borodich (1940)	Este modelo é um considerado um melhoramento do modelo de Winkler, pois as molas antes consideradas independentes agora são conectadas, ou seja, uma mola influenciará a outra. Essa ligação se dá devido uma membrana elástica fina sujeita a uma tração constante(T), fixada na extremidade das molas e a interação é garantida pela tração	$p = K_w - TV^2 \cdot W$ Fundações retangulares ou circulares $p = K_w - \frac{T \cdot D^2 W}{Dx^2}$ Fundações em faixas
Hetenyi (1946)	Este modelo garante a influencia entre as molas discretizados por via de uma viga elástica ou placa elástica, a qual sofre apenas deformação por flexão.	$p = K_w + DV^4 W$
Pasternak (1954)	Admite-se a presença de uma interação por cisalhamento para que os elementos de mola seja garantindo a conexão das extremidades das molas a viga ou laca que deve sofrer apenas deformação transversal de cisalhamento	$p = K_w - GV^2 W$

Tabela 5 (Continuação): Modelos Simplificados de molas

Kerr (1965)	Acrescenta-se ao modelo de Winkler constantes de molas acima e abaixo da camada e são assumidas diferentes.	$\left(1 + \frac{k_1}{K_2}\right)p = \frac{GV^2P}{K_1} + GV^2W$
Analogia Viga- Coluna (1993)	Este modelo foi apresentado por Horvath. Neste é possível incluir numericamente o efeito do cisalhamento ao coeficiente de reação vertical	$E_b \frac{I_b D^4 w(x)}{dx^4} - \frac{C_{p2} d^2 w(x)}{dx^2} + C_{p1} w(x) = q(x)$
Reissner (1958)	A relação da pressão-Deflexão na área de interação da fundação e o coeficiente de reação vertical é obtido por meio de uma camada de fundação abaixo da placa , baseado em proposições como: as tensões em toda a camada de fundação são bem pequenas; e os deslocamentos superior e inferior na camada da fundação são zero.	$C_{1w} - C_2 V^2 W = p - \frac{C_2 V^2 P}{4C_1}$

Fonte: Adaptado (SILVA, 2006)

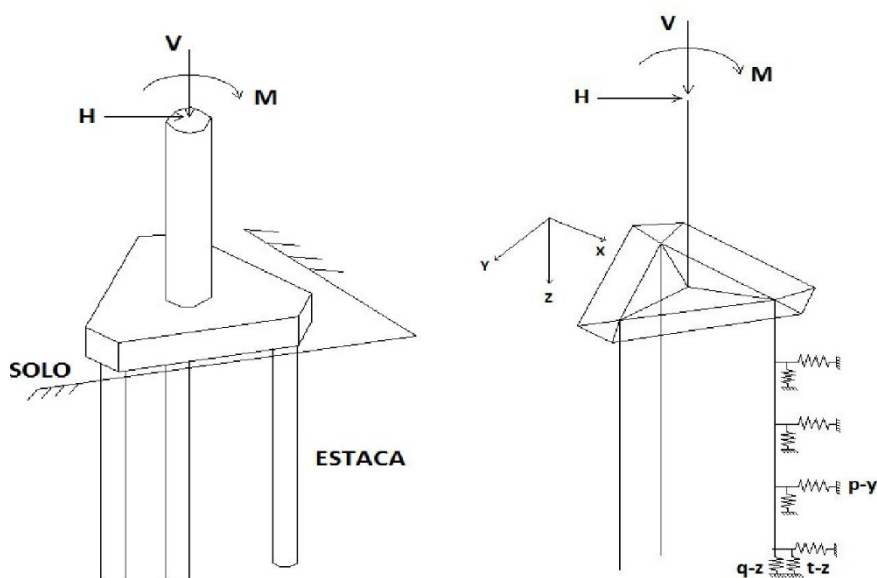
4.5. MODELO I

Neste modelo, a estrutura será analisada no programa comercial SAP 2000, sendo discretizados a estrutura por elementos finitos, o pórtico espacial será considerado elemento de barra e as lajes elementos de placa (*shell*), simulando o comportamento conjunto do pórtico e lajes. O pórtico será considerado engastado nos blocos de fundação, sem consideração da interação solo-estrutura, ou seja, a edificação sendo considerada já construída e que é suportada por uma fundação com apoios rígidos (indeslocáveis), sendo este o sistema que é adotado na maioria dos escritórios.

4.6.MODELO II

Este modelo a estrutura também será analisada no programa comercial SAP2000, entretanto neste modelo será considerado que a estrutura e a fundação são integradas como um corpo só, resultando em uma única estrutura que interage com o maciço de solo no contorno dos elementos de fundação. Neste tipo de modelagem a estrutura da fundação é discretizada, permitindo que em cada nó sejam empregadas molas para representar a deformabilidade do solo, conforme ilustrado na (fig.8).

Figura 8-Discretização da fundação com as molas



Fonte: Nascimento (2015)

5. ORÇAMENTO

Quadro 6- Orçamento dos recursos gastos com a pesquisa

GASTOS COM RECURSOS MATERIAIS			
Itens	Quantidade	Valor Unitário R\$	Valor Total R\$
Resma de folha de A4 chamex Office de A4	1	19,00	19,00
Pasta portfólio	1	4,00	4,00
Impressões	3	44,00	132,00
Caneta bic	1	2,50	2,50
GASTOS COM RECURSOS HUMANOS			
Itens	Quantidade	Valor Unitário R\$	Valor Total R\$
Combustível	30l	3,85	115,5
FINANCIAMENTO TOTAL DA PESQUISA			
Categorias			Valor Total R\$
Gastos com recursos materiais			157,50
Gastos co recurso humanos			115,50
Gastos Totais			273,00

Fonte: Elaborada pela autora

6.CRONOGRAMA

Quadro 7- Cronograma da pesquisa

Período	2017/2				2018/1				
Atividade	MESES				MESES				
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Concepção do projeto	x								
Revisão de literatura		x							
Metodologia		X	x	x					
Defesa do projeto				x					
Cadastramento do projeto					x				
Tabulação dos dados						x			
Análise estatística							x		
Discursão dos dados							x		
Conclusão								x	
Redação final									x

Fonte: Elaborada pela autora

7. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se por meio do primeiro modelo, utilizado em grande parte dos escritórios de engenharia, e do segundo modelo, com a interação do solo e estrutura, comprovar que a deformabilidade do solo tem influência sobre a estrutura da edificação, pois gera uma redistribuição dos esforços, acarretando a uma consideração de fatores que podem influenciar de forma significativa o desempenho da edificação, principalmente nos primeiros pavimentos, onde se tem as maiores concentrações de cargas, gerando uma estrutura mais onerosa, entretanto mais segura se comparada ao modelo usual.

REFERÊNCIAS

ANTONIAZZI, Juliana Pizzi. **Interação solo-estrutura em edifícios com fundações superficiais**. 2001. 139f. Dissertação (Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental).Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-6118: Projeto de Estrutura de Concreto-Procedimento**. 2014. 256f. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-6122: Projeto e Execução de Fundações**- 2010. 91f. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-6123: Forças devidas ao vento em edificações**. 2013. 66f. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

AZEVEDO, Álvaro Ferreira Marques. **Método dos Elementos Finitos**.1ªed. Portugal. Disponível em:< <http://www.fe.up.pt/~alvaro>> 2003. 258f.

CAMPOÓ, Leandro B.; CORRÊA, Marcio R.S.; RAMALHO, Marcio A. **Efeitos de segunda ordem em edifícios de alvenaria estrutural**. Revista: Minerva-Tecnologia e Pesquisa 2005, volume 2, p.173-213.. Disponível:<[http://fipai.org.br/Minerva%2002\(02\)%2007.pdf](http://fipai.org.br/Minerva%2002(02)%2007.pdf)> Acesso: 31 de agosto de 2017

CICOLIN, L. A. B. **Estabilidade em edifícios de concreto armado com pavimentos em lajes planas**. 2007. 142 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)- Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

COLARES, George Moura. **Programa para análise da estrutura solo-estrutura no projeto de edifícios**. 2006.88f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de engenharia de São Carlos, São Paulo.

CUTRIM, Isabela Abreu. **Uma Revisão de Modelos Lineares Dinâmicos**. 2014.43f. **Monografia** (Bacharel em Estatística.). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais.

FEITOSA, Leo; ALVES, Elcio; FERREIRA, Walnorio. **Análise da estabilidade global das estruturas e ações de controle dos seus efeitos**. Revista INBRACON 2016, Volume 9, p. 192-213. ISSN 1983-4195.. Disponível:

<<http://www.revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/article/view/695>> Acesso: 28 de setembro de 2017.

FRANCO, M.; VASCONCELOS, A.C. **Practical assessment of second order effects in tall buildings**. In: COLOQUIUM ON THE CEB-FIP MC90, Rio de Janeiro. *Proceedings*, p.307-323, 1991. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198341952013000100005> Acesso : 14 de setembro de 2017.

FREITAS, Felipe Coelho; LUCHI, Lorenzo, Augusto Ruschi.; FERREIRA, Walnório Graça. **Análise da estabilidade global das estruturas e ações de controle dos seus efeitos** . Revista INBRACON 2016, volume 9, p. 192-213. Abril de 2016. ISSN 19834195 Disponível: <<http://www.revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/article/view/695>> Acesso: 02 de Setembro de 2017.

GONÇALVES, Juliane Cristina. **Avaliação da Influência dos recalques das fundações na variação de cargas dos pilares de um edifício**. 2004. 141f. Tese (Mestre em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

IWAMOTO, Roberto Kunihiro. **Alguns aspectos dos efeitos da Interação Solo-Estrutura em edifícios de múltiplos andares com fundação profunda**. 2000. 157f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo.

LACERDA, Maisa Moana Silva; FLORENCIO, Ágatha Cristine; DA SILVA, Wellington Andrade; DELALIBERA, Rodrigo Gustavo; **Avaliação dos critérios para análise da estabilidade global em edifícios de concreto armado: estudo de caso**. Revista REEC (Revista Eletrônica de Engenharia Civil) 2014, volume 9, nº2 p. 24-37. Disponível em: <[HTTP://revistas.ufg.br/index.php/index](http://revistas.ufg.br/index.php/index)>

MENDES, Eduardo José. **Análise de edifícios considerando a interação solo-estrutura**. 2016. 169f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

MONCAYO, Winston Junior Zumaeta. **Análise de segunda ordem global em edifícios com estrutura de concreto armado**. 2011. 221f. Dissertação (Mestre em Ciências). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo.

MOTA, Magnólia Maria Campêlo. **Interação Solo-Estrutura em edifícios com fundação profunda: Método numérico e resultados observado no campo**. 2009.

222f. Tese(Doutora em Engenharia de Estruturas).Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo.

NASCIMENTO, Adauto Cesar Rosa. **Estudo numérico experimental da influência da alvenaria de vedação na rigidez de edifícios de concreto armado.** 2015. 112f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil e Estruturas).Universidade Federal do Pará. Belém do Pará, Pará.

OLIVEIRA, Danielle Meireles de. **Estudo dos processos aproximados utilizados para a consideração das não-linearidades físicas e geométricas na análise global das estruturas de concreto armado.**2007.327f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas). Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais.

PEREIRA, Anderson. **Projeto ótimo de pórtico planos com restrição á flambagem.** 2002.99f.Dissertação (Pós graduação em Engenharia Civil).PUC-Pontifica Universidade Católica do Rio de Janeiro.Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCARLAT, A. S. **Effect of Soil Deformability on Rigidity – Related Aspects of Multistory Buildings Analysis.** ACI Structural Journal, v.90, n.02, 1993.

SILVA, Nelson Urias Pinto Da. **Análise de tensões verticais em edifícios de alvenaria estrutural considerando a interação solo-estrutura.** 2006. 123f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais

SORIANO, Humberto Lima; **Elementos Finitos: Formulação e aplicação na estática e Dinâmica das estruturas.**1 ed. Rio de Janeiro: Editora ciência moderna Ltda, 2009. 411p.

TEIXEIRA, Ana Maria da Costa. **Análise dos efeitos de segunda ordem de estruturas de Edifícios de betão Armado- avaliação da aplicação em Projecto das metodologias preconizadas no EC2.**

VASCONCELOS, A.C. Revisão da NB-1: **O problema dos efeitos de 2ª ordem.** **Jornal TQS News**, n.3, Out., p.10-11, 1996.(Evaluation of second order moments in reinforced concrete structures using the g_z and B_2 coefficients)

Anexo B- Currículo Lattes



Douglas Freitas Augusto dos Santos

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6181125172616043>
Última atualização do currículo em 16/11/2017

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia - UNAMA (2013) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará - UFPA (2016). Atualmente é professor da Faculdade Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Nacional (FAPAC-ITPAC/PORTO). Membro do grupo de pesquisa, Núcleo de Modelagem Estrutural Aplicada (NUMEA). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas de Concreto e Estruturas Metálicas. (Texto informado pelo autor)

Identificação

Nome	Douglas Freitas Augusto dos Santos
Nome em citações bibliográficas	SANTOS, D. F. A.

Endereço

Endereço Profissional	ITPAC Porto Nacional, FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS, Rua 02 Quadra 07 S/N Jardim dos Ipês 77500000 - Porto Nacional, TO - Brasil Telefone: (63) 33639600 URL da Homepage: www.itpacporto.com.br
------------------------------	---

Formação acadêmica/titulação

2014 - 2016	Mestrado em Engenharia Civil (Conceito CAPES 4). Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil. Título: Análise da Resistência à Punção de Sapatas de Concreto Armado, Ano de Obtenção: 2016. Orientador: Maurício de Pina Ferreira.
2009 - 2013	Graduação em Engenharia Civil. Universidade da Amazônia, UNAMA, Brasil.

Formação Complementar

2015 - 2015	Introdução a Simulação Estrutural. (Carga horária: 4h). Instituto ESSI de Pesquisa, Desenvolvimento e Capacitação, IESS, Brasil.
2010 - 2010	Personal Cad. (Carga horária: 80h). Prepara Cursos Profissionalizantes, PREPARA, Brasil.

Atuação Profissional

ITPAC Porto Nacional, ITPAC PORTO, Brasil.

Vínculo institucional

2016 - Atual Atividades	Vínculo: Celetista, Enquadramento Funcional: Professor, Carga horária: 40
07/2017 - Atual	Ensino, Engenharia Civil, Nível: Graduação Disciplinas ministradas Resistência dos materiais 2
02/2017 - Atual	Ensino, Arquitetura e Urbanismo, Nível: Graduação Disciplinas ministradas Desenho de Arquitetura Assistido por Computador II
07/2016 - Atual	Pesquisa e desenvolvimento , FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS, . Linhas de pesquisa Interação solo-estrutura Análise Computacional de Estruturas
07/2016 - Atual	Ensino, Engenharia Civil, Nível: Graduação Disciplinas ministradas Estruturas de Concreto 1 Estruturas de Concreto 2 Estruturas de Madeira Pontes e Superestruturas
07/2016 - Atual	Ensino, Arquitetura e Urbanismo, Nível: Graduação Disciplinas ministradas Estruturas de Concreto
Núcleo de Modelagem Estrutural Aplicada, NUMEA, Brasil.	
Vínculo institucional 2016 - Atual	Vínculo: Colaborador, Enquadramento Funcional: Pesquisador, Carga horária: 10
Vínculo institucional 2015 - 2016	Vínculo: Colaborador, Enquadramento Funcional: Pesquisador, Carga horária: 40, Regime: Dedicção exclusiva.
Outras informações	O grupo foi criado em 2015 para funcionar como uma rede de pesquisa, unindo pesquisadores da Universidade Federal do Pará e de outras Instituições, buscando desenvolver atividades voltadas para a modelagem numérica, computacional e experimental.
Atividades 04/2015 - Atual	Pesquisa e desenvolvimento , Núcleo de Modelagem Estrutural Aplicada, . Linhas de pesquisa Análise Não-linear de Estruturas de Concreto
Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil.	
Vínculo institucional 2014 - 2016	Vínculo: Colaborador, Enquadramento Funcional: Pesquisador, Carga horária: 20
Márcio Ferreira Consultoria e Projetos de Engenharia, MF, Brasil.	
Vínculo institucional 2011 - 2013	Vínculo: Emprego, Enquadramento Funcional: Estágio, Carga horária: 40
Outras informações	Desenvolvendo projetos de Engenharia na área de Estruturas em concreto armado e estruturas metálicas e prestando consultoria em reforços estruturais. Realizou projetos com os programas: Revit Architecture - Autodesk; Ram Elements - Bentley; Awin; Mathcad - PTC; Lumion; Eberick ? AltoQi; Hydros ? AltoQi
Prefeitura Municipal de Marabá, MAB, Brasil.	
Vínculo institucional 2010 - 2010	Vínculo: Emprego, Enquadramento Funcional: Estágio de férias, Carga horária: 40
Outras informações	Atuação na área de pavimentação asfáltica com ênfase em TSD (Tratamento superficial duplo).

Linhas de pesquisa

1. Análise Não-linear de Estruturas de Concreto
2. Interação solo-estrutura

3. Análise Computacional de Estruturas

Projetos de pesquisa

2014 - Atual	MCTI / CNPQ / Universal 14/2014 - Desenvolvimento de Armadura Inovadora para o Combate à Punção em Lajes Lisas de Concreto Descrição: O uso de lajes lisas permite maior agilidade na construção de edifícios em concreto. O uso de armaduras de cisalhamento atribui maior resistência à ligação laje-pilar e reduz o risco de rupturas bruscas. Porém, a grande concentração de barras nesta região dificulta a fabricação das armaduras. Este projeto busca contribuir para o desenvolvimento de armaduras de cisalhamento ancoradas internamente em relação às armaduras de flexão, simplificando o processo de confecção das armaduras em lajes lisas... Situação: Em andamento; Natureza: Pesquisa. Integrantes: Douglas Freitas Augusto dos Santos - Integrante / Aarão Ferreira Lima Neto - Integrante / Bernardo Nunes Moraes Neto - Integrante / Maurício de Pina Ferreira - Coordenador / Marcos Honorato de Oliveira - Integrante / Alcebíades Negrão Macedo - Integrante / Bernardo Borges Pompeu Neto - Integrante / Wellington Andrade da Silva - Integrante / Paul E. Regan - Integrante / Robert L. Vollum - Integrante / Marcelo Rassy Teixeira - Integrante / Marcelo de Souza Picanço - Integrante / Adelson Bezerra de Medeiros - Integrante.
--------------	--

Áreas de atuação

1.	Grande área: Engenharias / Área: Engenharia Civil / Subárea: Estruturas/Especialidade: Estruturas de Concreto.
2.	Grande área: Engenharias / Área: Engenharia Civil / Subárea: Estruturas Metálicas.
3.	Grande área: Engenharias / Área: Engenharia Civil / Subárea: Estruturas/Especialidade: Mecânica das Estruturas.

Idiomas

Inglês	Compreende Pouco, Fala Razoavelmente, Lê Razoavelmente, Escreve Razoavelmente.
Espanhol	Compreende Bem, Fala Razoavelmente, Lê Bem, Escreve Bem.

Produções

Produção bibliográfica

Trabalhos completos publicados em anais de congressos

- SILVA, T. B. ; ALVES, F. R. ; **SANTOS, D. F. A.** . Avaliação Analítica de Lajes Lisas Reforçadas À Punção Utilizando PRFC. In: 59º Congresso Brasileiro do Concreto, 2017, Bento Gonçalves - RS. Caderno de Resumos do 59º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2017, 2017.
- SANTOS, L. M. ; FERREIRA, V. H. S. ; **SANTOS, D. F. A.** . Avaliação Analítica de Vigas à Flexão Reforçadas com PRFC. In: 59º Congresso Brasileiro do Concreto, 2017, Bento Gonçalves - RS. Caderno de Resumos do 59º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2017, 2017.
- NUNES, E. E. A. ; SILVA, N. A. ; NASCIMENTO, A. C. R. ; **SANTOS, D. F. A.** . Efeitos Globais de Segunda Ordem em Edifícios de Concreto Armado. In: 59º Congresso Brasileiro do Concreto, 2017, Bento Gonçalves - RS. Caderno de Resumos do 59º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2017, 2017.
- CARVALHO, V. S. ; SILVA, A. C. A. ; NASCIMENTO, A. C. R. ; SOUSA, M. A. P. ; **SANTOS, D. F. A.** . Influência da Interação Solo-Estrutura em um Edifício alto de concreto armado sobre fundação profunda. In: 59º Congresso Brasileiro do Concreto, 2017, Bento Gonçalves - RS. Caderno de Resumos do 59º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2017, 2017.
- MORAES, R. L. ; QUARESMA, F. S. ; **SANTOS, D. F. A.** ; PEREIRA FILHO, M. J. M. ; LIMA NETO, A. F. ; FERREIRA, M. P. . Manifestações Patológicas em um Prédio Público: Um Estudo de Caso. In: Congresso

Brasileiro de Patologia das Construções, 2016, Belém. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2016, 2016. p. 1631-1642.

6. MORAES, R. L. ; **SANTOS, D. F. A.** . Quilombolas: Processo Seletivo Especial e Grandes Dificuldades em Matemática. In: XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2016, Natal. XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal: COBENGE, 2016.
7. **SANTOS, D. F. A.**; MORAES, R. L. . A utilização de um software para o dimensionamento de uma estrutura metálica. In: XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2016, Natal. XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal: COBENGE, 2016.
8. PEREIRA FILHO, M. J. M. ; **SANTOS, D. F. A.** ; MAGALHAES, A. C. C. ; LIMA NETO, A. F. ; MORAES NETO, B. N. ; FERREIRA, M. P. . Influência do Tamanho do Pilar na Resistência à Punção de Lajes Lisas de Concreto Armado. In: 57º Congresso Brasileiro do Concreto, 2015, Bonito. Caderno de Resumos do 57º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2015, 2015.
9. **SANTOS, D. F. A.**; MAGALHAES, A. C. C. ; QUEIROZ, T. F. ; OLIVEIRA, M. H. ; LIMA NETO, A. F. ; FERREIRA, M. P. . Resistência à Punção de Sapatas de Concreto Armado. In: 57º Congresso Brasileiro do Concreto, 2015, Bonito. Caderno de Resumos do 57º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2015, 2015.
10. **SANTOS, D. F. A.**; AVIZ, M. N. S. ; LAMARAO, W. R. M. ; SILVA, P. M. ; LIMA NETO, A. F. ; FERREIRA, M. P. . Avaliação de Diferentes Técnicas de Reforço à Punção para Lajes Lisas de Concreto Armado. In: 57º Congresso Brasileiro do Concreto, 2015, Bonito. Caderno de Resumos do 57º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2015, 2015.

Artigos aceitos para publicação

1. ★ **SANTOS, D. F. A.**; LIMA NETO, A. F. ; FERREIRA, M. P. . Punching Resistance of Reinforced Concrete Footings: Evaluation of Design Codes. REVISTA IBRACON DE ESTRUTURAS E MATERIAIS, 2017.

Apresentações de Trabalho

1. **SANTOS, D. F. A.**. Marketing e Empreendedorismo na Produção Científica. 2017. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra).

Produção técnica

Assessoria e consultoria

1. **SANTOS, D. F. A.**; PEREIRA FILHO, M. J. M. ; QUARESMA, F. S. ; PAMPLONA, M. K. Y. ; LIMA NETO, A. F. ; FERREIRA, M. P. . Verificação da Segurança da Estrutura e das Fundações do Edifício da Reitoria do Instituto Federal do Pará. 2015.

Trabalhos técnicos

1. **SANTOS, D. F. A.**. Projeto da Estrutura Metálica do Ponto de Ônibus da Cidade de Palmas-TO. 2017.

Demais tipos de produção técnica

1. **SANTOS, D. F. A.**. Revit Architecture 2012. 2017. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).
2. **SANTOS, D. F. A.**. Projeto de Estruturas de Concreto Armado com o auxílio do Eberick. 2016. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
3. **SANTOS, D. F. A.**. Eberick. 2016. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
4. **SANTOS, D. F. A.**. Curso de Revit BIM. 2015. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
5. **SANTOS, D. F. A.**. Curso de Revit BIM. 2015. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).

Bancas

Participação em bancas de trabalhos de conclusão

Trabalhos de conclusão de curso de graduação

- 1.

Assessoria e consultoria

1. **SANTOS, D. F. A.**; PEREIRA FILHO, M. J. M. ; QUARESMA, F. S. ; PAMPLONA, M. K. Y. ; LIMA NETO, A. F. ; FERREIRA, M. P. . Verificação da Segurança da Estrutura e das Fundações do Edifício da Reitoria do Instituto Federal do Pará. 2015.

Trabalhos técnicos

1. **SANTOS, D. F. A.** Projeto da Estrutura Metálica do Ponto de ônibus da Cidade de Palmas-TO. 2017.

Demais tipos de produção técnica

1. **SANTOS, D. F. A.** Revit Architecture 2012. 2017. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).
2. **SANTOS, D. F. A.** Projeto de Estruturas de Concreto Armado com o auxílio do Eberick. 2016. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
3. **SANTOS, D. F. A.** Eberick. 2016. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
4. **SANTOS, D. F. A.** Curso de Revit BIM. 2015. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).
5. **SANTOS, D. F. A.** Curso de Revit BIM. 2015. (Curso de curta duração ministrado/Extensão).

Bancas

Participação em bancas de trabalhos de conclusão

Trabalhos de conclusão de curso de graduação

1. ASSIS JUNIOR, J. D. C.; LOPES, R. B.; **SANTOS, D. F. A.** Participação em banca de Alana Waleska do Nascimento Correia.Casa Barco. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - ITPAC Porto Nacional.
2. GOMES, S. B.; **SANTOS, D. F. A.**; NEVES, L. H.. Participação em banca de Bruno Maia e Luana Maia.Adição de resíduos da produção de soja em blocos de concreto. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional.
3. LOPES, L.; **SANTOS, D. F. A.**; GOMES, S. B.. Participação em banca de Andréia Torres e Sérgio Augusto.Análise da capacidade de absorção de blocos intertravados com adição de sílica de casca de arroz. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional.
4. NASCIMENTO, A. C. R.; **SANTOS, D. F. A.**; SOUSA, A. M. J.. Participação em banca de Afelânio dos Santos e Rogelio Rodrigues.Avaliação da Influência da Alvenaria de Vedação na Rigidez Lateral de Pórticos Planos. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional.
5. ASSIS JUNIOR, J. D. C.; **SANTOS, D. F. A.**; SOUSA, M. A. P.. Participação em banca de Emanuel Fernandes Nunes e Herbert Ayres Sardinha Júnior.Análise de Métodos de Orçamento para Obras de Construção Civil. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional.
6. ASSIS JUNIOR, J. D. C.; SOUSA, M. A. P.; **SANTOS, D. F. A.** Participação em banca de Alayane de Moura Lima e Eder Augusto Ribeiro.Estudo de Implantação de Sistema de Gestão de Qualidade Aplicado na Execução de Serviço de Construção Civil. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional.

Eventos

Participação em eventos, congressos, exposições e feiras

1. 20º ENECE ? Encontro Nacional de Engenharia e Consultoria Estrutural. 2017. (Encontro).
2. Workshop Fib Model Code 2020. 2017. (Outra).
3. Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON. 2010. (Encontro).
4. Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON. 2009. (Encontro).

Orientações

Orientações e supervisões em andamento

Trabalho de conclusão de curso de graduação

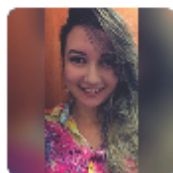
1. Vítor Hugo Santos Ferreira e Larissa Martins Santos. Avaliação Analítica de Vigas à Flexão Reforçadas com Polímero Reforçado com Fibra de Carbono (PRFC). Início: 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional. (Orientador).
2. Vanessa Carvalho. Avaliação da Interação Solo-Estrutura de Edifícios de Concreto Armado. Início: 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional. (Orientador).

Orientações e supervisões concluídas

Trabalho de conclusão de curso de graduação

1. Emerson Eduardo Aires Nunes e Nermizio Almeida da Silva. Efeitos globais de segunda ordem em edifícios de concreto armado. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional. Orientador: Douglas Freitas Augusto dos Santos.
2. Felipe Rodrigues Alves e Thaís Brito da Silva. Avaliação Analítica de Lajes Lisas Reforçadas à Punção com PRFC. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional. Orientador: Douglas Freitas Augusto dos Santos.
3. Maisy Jamilla da Silva Castro. Avaliação Analítica de vigas submetidas à flexão com o uso do concreto de alto desempenho (CAD). 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - ITPAC Porto Nacional. Orientador: Douglas Freitas Augusto dos Santos.

ANEXO C- Currículo Lattes



Vanessa Silva Carvalho

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5829166468546336>
Última atualização do currículo em 31/10/2017

Graduando em Engenharia Civil, com previsão de conclusão no primeiro semestre do ano de 2018. Já foi voluntária em ensaios de laboratório para requisito de monografia; Já participou de projeto de pesquisa na área da geotecnia que resultou na publicação de um artigo. Atualmente está escrevendo trabalho de conclusão de curso. (Texto informado pelo autor)

Identificação

Nome Vanessa Silva Carvalho 
Nome em citações bibliográficas CARVALHO, V. S.

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2013	Graduação em andamento em Engenharia Civil. Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, ITPAC, Brasil.
2010 - 2012	Ensino Médio (2º grau). CEM RUI BRASIL CAVALCANTE, CEM, Brasil.

Formação Complementar

2017	Extensão universitária em Liga Acadêmica de Geotécnia. Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, ITPAC, Brasil.
2017 - 2017	Extensão universitária em Liga Acadêmica de Geotécnia. (Carga horária: 32h). Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, ITPAC, Brasil.

Atuação Profissional

Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, ITPAC, Brasil.

Vínculo institucional

2016 - 2016	Vínculo: , Enquadramento Funcional:
--------------------	-------------------------------------

Outros Projetos

2017 - 2017	Monitoria
--------------------	-----------

	Descrição: Monitora da disciplina de estrutura de concreto I. Carga horária 78h. Situação: Concluído; Natureza: Outra. Alunos envolvidos: Graduação: (1) / Mestrado profissional: (1) .
2017 - Atual	Integrantes: Vanessa Silva Carvalho - Integrante / Douglas Freitas Augusto dos Santos - Coordenador. Monitoria Descrição: Monitoria da disciplina de estrutura de concreto 1. Situação: Em andamento; Natureza: Outra. Alunos envolvidos: Graduação: (1) / Mestrado profissional: (1) .
2016 - 2016	Integrantes: Vanessa Silva Carvalho - Integrante / Douglas Freitas Augusto dos Santos - Coordenador. monitoria Descrição: MONITORA DA DISCIPLINA DE MECÂNICA DOS SOLOS 1. Situação: Concluído; Natureza: Outra. Alunos envolvidos: Graduação: (1) / Especialização: (0) / Mestrado acadêmico: (0) / Mestrado profissional: (1) / Doutorado: (0) . Integrantes: Vanessa Silva Carvalho - Coordenador / Kárita Kristina Sousa Freitas - Integrante.

Áreas de atuação

1.	Grande área: Engenharias / Área: Engenharia Civil / Subárea: Geotécnica.
2.	Grande área: Engenharias / Área: Engenharia Civil / Subárea: Estruturas.

Idiomas

Inglês	Compreende Razoavelmente, Fala Pouco, Lê Razoavelmente, Escreve Pouco.
---------------	--

Produções

Produção bibliográfica

Artigos aceitos para publicação

1. ★ **CARVALHO, V. S.**; SILVA, A. C. A. ; NASCIMENTO, A. C. R. ; SOUSA, M. A. P. ; SANTOS, D. F. A. .
INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM UM EDIFÍCIO ALTO DE CONCRETO ARMADO SOBRE FUNDAÇÃO PROFUNDA. Anais do 59º Congresso Brasileiro de Concreto CBC 2017, 2017.

Outras informações relevantes

Curso em Cad 2d e 3d; Curso em excel avançado; Curso de extensão em ensaios geotécnicos; Curso em Instalador Hidráulico. Habilitação A/B

