



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

DISCIPLINA: FUNDAÇÕES



**RELATÓRIO E PROJETO GEOTÉCNICO DE FUNDAÇÃO EM
RADIER ESTAQUEADO**

AMANDA CAMILA DA SILVA CAMPOS

NOVEMBRO - 2025

NATAL/RN

SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	5
3. Metodologia.....	5
4. Desenvolvimento do Projeto.....	11
5. Discussão dos Resultados.....	14
6. Conclusão.....	19
7. Referências.....	20
NORMAS TÉCNICAS (ABNT).....	20
LIVROS E ARTIGOS SOBRE FUNDAÇÕES E RADIER ESTAQUEADO.....	20
8. Apêndices.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Sistema Radier-Estaqueado.....	4
Figura 02: Laudo de Sondagem SPT.....	7
Figura 03: Perfil de Sondagem e profundidade de assentamento do Radier.....	12
Figura 04: Vista da Localização das Estacas Regulares.....	13
Figura 05: Vista da Localização das Estacas Otimizadas.....	14
Figura 06: Recalques no Radier.....	15
Figura 07: Recalques no Radier-Estaqueado em Malha Regular.....	16
Figura 08: Recalques no Radier-Estaqueado em Malha Otimizada.....	17
Figura 09: Diagrama de Esforços em Malha Regular.....	18
Figura 10: Diagrama de Esforços em Malha Otimizada.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Coeficientes K e α	8
Tabela 02: Coeficiente F1 e F2.....	8
Tabela 03: Geometria das estacas e dados geotécnicos.....	9
Tabela 04 - Relação de parâmetros do solo.....	9
Tabela 05: Peso específico de solos.....	10
Tabela 06: Parâmetros geotécnicos do solo.....	10
Tabela 07: Capacidade de Carga Aoki e Velloso (1975).....	11

1. Introdução

A verticalização das edificações impõe tensões ao subsolo que frequentemente excedem a capacidade de suporte de fundações superficiais convencionais ou resultam em deformações incompatíveis com os estados limites de serviço das estruturas de concreto armado.

Tradicionalmente, ou se adotavam fundações superficiais quando o solo já apresentava resistência adequada logo nas camadas iniciais, ou se recorria a fundações profundas para transpor camadas compressíveis e transferir as cargas aos solos mais competentes, desprezando-se qualquer contribuição do bloco de coroamento ou da laje de contato com o solo.

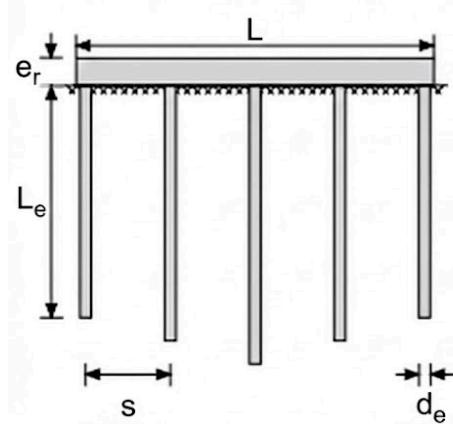
A partir da sondagem SPT do solo, observa-se que, por ser um solo sedimentar com camadas superficiais problemáticas, apenas o uso de uma fundação superficial simples, com dimensões de 20 m x 20 m, resultaria provavelmente em recalques excessivos e em deformações acentuadas no centro da edificação.

Em solos muito moles, porém, somente a adoção de fundações profundas pode se tornar economicamente inviável em razão da necessidade de grandes comprimentos de estacas para alcançar camadas mais resistentes. Nesses casos, o elevado índice de compressibilidade e a baixa resistência ao cisalhamento do solo superficial exigem estacas longas e de maior diâmetro, o que implica aumento significativo de custos com materiais, equipamentos e tempo de obra.

Nesse contexto, o sistema de fundação em radier estaqueado surge como uma solução intermediária, que associa elementos típicos de fundações rasas e profundas, permitindo que ambos atuem de forma conjunta no suporte da edificação. Conforme destacado por Freitas Neto (2013), o comportamento desse sistema é governado por uma interação entre radier e solo, radier e estacas, estaca e solo, bem como entre as próprias estacas, sendo a resposta tensão-deformação influenciada pelas propriedades do solo, pela rigidez e geometria do radier, pela disposição e características das estacas e pelo método executivo adotado.

Dessa forma, o radier estaqueado possibilita o compartilhamento das cargas entre o radier e as estacas, atuando como um mecanismo eficiente de controle de recalques, ao permitir que o radier opere próximo ao seu limite de serviço, porém com deformações significativamente reduzidas.

Figura 01: Sistema Radier-Estaqueado



Fonte: Adaptado de Reul e Randolph (2025).

Embora Freitas Neto (2013) ressalte que as condições mais favoráveis para esse tipo de fundação estejam associadas à presença de solos mais rígidos e compactos nas camadas superficiais, a solução mostra-se particularmente vantajosa em situações onde se busca um equilíbrio entre desempenho técnico e viabilidade econômica, desde que devidamente analisada por meio da interação solo–estrutura.

Com isso, o Radier-Estaqueado tende a funcionar muito bem nesse tipo de solo porque mobiliza a rigidez do solo mole, mesmo com baixa resistência, contribuindo para a redução dos recalques diferenciais e redistribuição de esforços entre estacas. Nisso, a escolha por um sistema de radier estaqueado, para esse caso, justifica-se pela necessidade de compatibilizar a alta densidade de carga com as características de deformabilidade do solo, sem incorrer no superdimensionamento das fundações profundas convencionais.

Esse trabalho tem por objetivo o desenvolvimento e dimensionamento de um sistema de fundação em radier estaqueado, baseando-se na modelagem numérica e análise estrutural do software ELPLA, que permite avaliar a interação entre solo e estrutura. Esta etapa envolve o dimensionamento geotécnico preliminar, a definição da geometria das estacas e a proposição de arranjos de estacas, tanto em malhas regulares quanto distribuídas de forma estratégica, buscando determinar a configuração que melhor equilibre a transferência de carga entre o radier e as estacas.

Para a validação da modelagem numérica, os resultados obtidos serão comparados às diretrizes da NBR 6122:2019, avaliando a coerência dos recalques estimados numericamente em relação às previsões fornecidas por métodos semi-empíricos baseados no SPT. Também serão analisados os recalques totais e as distorções angulares, verificando sua conformidade com os limites de aceitabilidade associados à segurança e à funcionalidade da estrutura.

2. Revisão Bibliográfica

A ABNT NBR 6122:2019 é a principal norma para o projeto de fundações no Brasil e estabelece os requisitos a serem observados no projeto e na execução de fundações. A norma trata principalmente de fundações superficiais e profundas como estruturas diferentes, que não interagem entre si, não abrangendo as fundações mistas. Apesar disso, a norma admite a adaptação dos cálculos de projeto para o dimensionamento de fundações mistas, desde que estejam fundamentadas nos tipos já definidos no texto.

A norma define a fundação rasa como o elemento cuja base está assentada a uma profundidade inferior a duas vezes sua menor dimensão, equilibrando a carga por meio de tensões distribuídas. Embora seja a solução menos complexa entre os outros tipos de fundações, sua principal limitação é depender da capacidade de carga e compressibilidade do solo superficial.

Em contrapartida, a fundação profunda é definida como o elemento que transmite carga por resistência de ponta, lateral ou pela combinação de ambas, devendo estar apoiada a uma profundidade superior a dez vezes a sua menor dimensão. Para estes elementos, a capacidade de carga não depende apenas da resistência do material da fundação, mas da interação solo-estrutura ao longo do fuste e na base.

Além disso, a norma também define o Radier como um elemento de fundação superficial dotado de rigidez para receber e distribuir mais do que 70% das cargas da estrutura. Apesar dessa definição, não se pode garantir que essa porcentagem esteja correta quando se trata de fundações mistas, onde a distribuição de tensões pode variar de acordo com o dimensionamento.

3. Metodologia

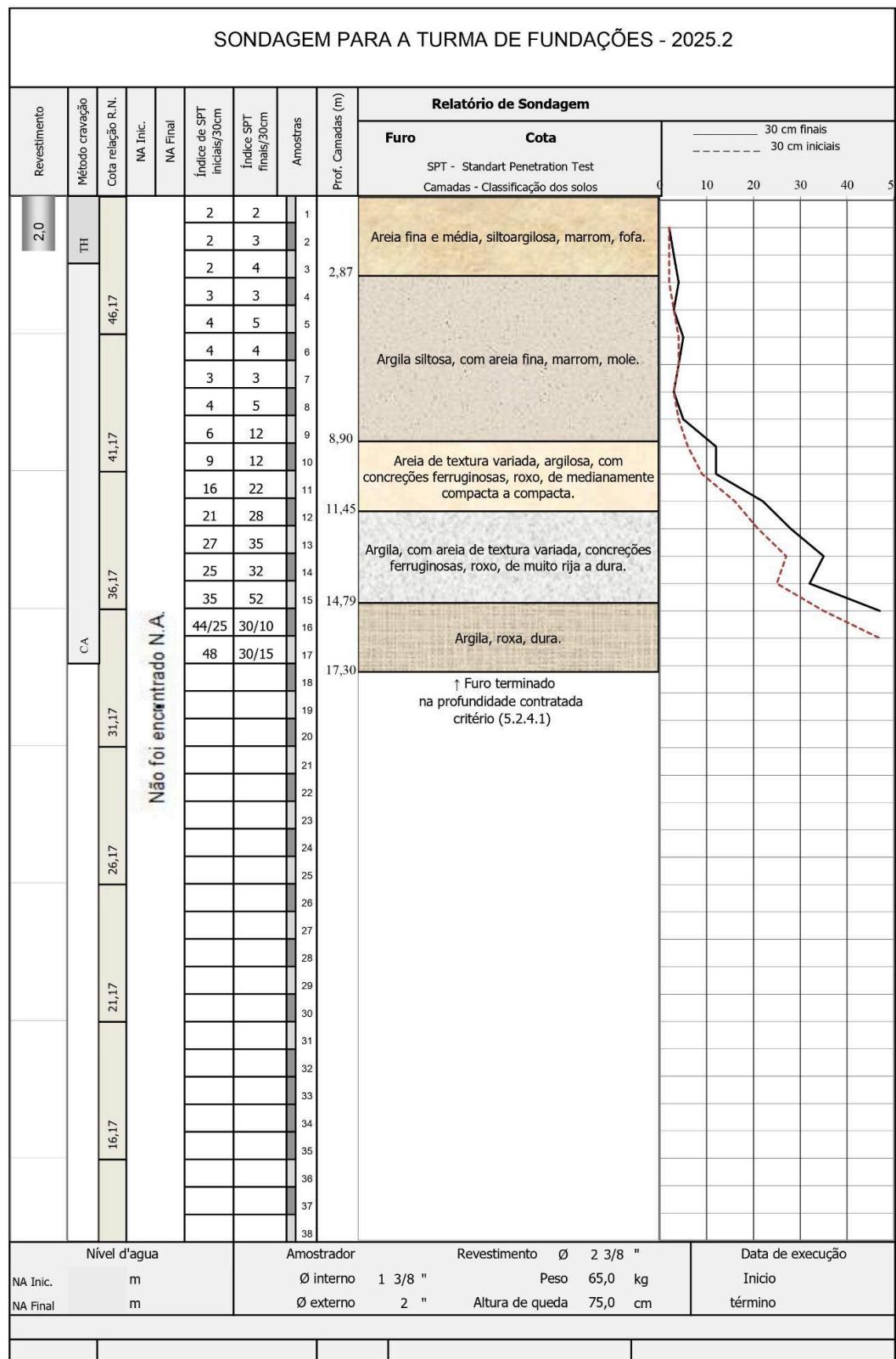
A edificação em questão é uma torre de 20 pavimentos, com a geometria do radier de 20 m x 20 m, onde adotou-se uma carga uniformemente distribuída para simplificação didática e modelagem no ELPLA, estimando a carga em 20 kN/m² por pavimento,

contemplando seu peso próprio estrutural, as alvenarias, revestimentos e sobrecargas accidentais. Assim, considerando:

- Carga distribuída Total (q) = 20 andares x 20 kN/m² = 400 kPa.
- Carga Resultante Total (P) = 400 kpa x (20 m x 20 m) = 160.000 kN.
- Espessura (h) = 0,40 m
- Cota de assentamento: - 2,00 m em relação à superfície do terreno.

Para a análise da viabilidade técnica da fundação e o cálculo da interação solo-estrutura, é fundamental a interpretação do perfil do solo. Assim, a Figura 02 apresenta o Laudo de Sondagem à Percussão (SPT) com os dados que fornecem a base para a estimativa dos parâmetros de rigidez e resistência que serão aplicados no modelo numérico.

Figura 02: Laudo de Sondagem SPT



A determinação da capacidade de carga das estacas se baseia no método semi-empírico de Aoki & Velloso (1975), que correlaciona a resistência de ponta e o atrito

lateral com os valores de NSPT obtidos em campo. A Tabela 01 apresenta os coeficientes de Pressão específica do solo (K) e da razão de atrito (α) e a Tabela 02 detalha os fatores de correção $F1$ e $F2$, que ajustam as resistências de ponta e lateral, respectivamente, levando em conta o método executivo da estaca.

Tabela 01: Coeficientes K e α

Tipo de Solo	K (kPa)	α (%)
Areia	1000	1,4
Areia siltosa	800	2,0
Areia silto-argilosa	700	2,4
Areia argilosa	600	3,0
Areia argilo-siltosa	500	2,8
Silte	400	3,0
Silte arenoso	550	2,2
Silte arenoso-argiloso	450	2,8
Silte argiloso	230	3,4
Silte argilo-arenoso	250	3,0
Argila	200	6,0
Argila arenosa	350	2,4
Argila arenoso-siltosa	300	2,8
Argila siltosa	220	4,0
Argila silto-arenosa	330	3,0

Fonte: Adaptado de Aoki & Velloso (1975).

Tabela 02: Coeficiente $F1$ e $F2$

TIPO DE ESTACA	F1	F2
Franki	2,5	2F1
Metálica	1,75	
Pré-moldada	1 + D/0,8	
Escavada	3	
Raiz, Hélice Contínua e Ómega	2	

Fonte: Adaptado de Aoki & Velloso (1975).

Definiu-se a utilização de estacas hélice contínua com diâmetro de 0,50 m, tendo a profundidade de assentamento fixada em uma camada de boa competência geomecânica

suficientemente profunda, de forma a diminuir o tamanho das estacas e buscar o equilíbrio das cargas com a resistência do solo.

Tabela 03: Geometria das estacas e dados geotécnicos

Variável	Descrição	Valor
D	Diametro	0,50
r	D/2	0,25
Kp	Argila	350
Np	- 14 m	32
Ap	πr^2	0,20
U	$2 \pi r$	1,57
F1	Hélice contínua	2,00
F2	2F1	4,00

Com base na estratigrafia do laudo de sondagem, o perfil foi dividido em quatro camadas principais para fins de modelagem. A Tabela 04 detalha a espessura de influência de cada trecho, bem como a média dos índices de resistência à penetração e os coeficientes de Aoki-Velloso específicos para cada camada.

Tabela 04 - Relação de parâmetros do solo

Nº da Camada	1	2	3	4
Tipos	Areia siltoargilosa	Argila siltosa com areia	Areia argilosa	Argila com areia
ai	0,024	0,03	0,03	0,024
Ki	700	330	600	350
NLi	4	5	19	32
ΔLi	0,47	6,03	2,55	1,55
Intervalo	0 - 2,87	2,87 - 8,9	8,9 - 11,45	11,45 - 14,79

Para efeitos de simplificação do modelo, os parâmetros geotécnicos foram adotados levando em consideração apenas o comportamento do tipo de solo predominante em cada camada. Dessa forma, os valores de ângulo de atrito, coesão, coeficiente de Poisson e pesos específicos do solo foram atribuídos considerando as características da fração principal de areia ou argila, desprezando-se as contribuições das frações granulométricas secundárias, já que fórmulas baseadas em SPT geralmente são calibradas para solos "puros". Como o nível da

água não foi encontrado no ensaio SPT, utiliza-se os valores de peso específico seco para todas as camadas.

Tabela 05: Peso específico de solos

Solos Arenosos						Solos argilosos		
N_{spt}	Compacidade	Peso específico (kN/m^3)			N_{spt}	Consistência	Peso específico (kN/m^3)	
		Seca	Úmida	Saturada				
<5	Fofa	16	18	19	≤2	Muito mole	13	
5-8	Pouco compacta				3-5	Mole	15	
9-18	Medianamente compacta	17	19	20	6-10	Média	17	
19-40	Compacta	18	20	21	11-19	Rija	19	
>40	Muito compacta				≥20	Dura	21	

Fonte: Adaptado de Godoy (1972, apud Hachich et al, 1998).

Ademais, um dos parâmetros mais importantes para a análise de interação solo-estaca é o Módulo de Elasticidade (E) do solo, que representa sua rigidez e como ele se deforma sob carga. O valor de E para cada camada foi calculado através da fórmula $E = \alpha \cdot K \cdot N_{spt}$, onde α é igual à 4 para estacas executadas por hélice contínua.

Tabela 06: Parâmetros geotécnicos do solo

Nº da Camada		1	2	3	4
Tipo		Areia siltoargilosa	Argila siltosa com areia	Areia argilosa	Argila com areia
$E = W$	($4 \cdot K \cdot N_{spt}$)	11200	6600	45600	44800
Φ	(Godoy $> 28 + 0,4 N_{spt}$)	29,6	0	35,6	0
c	($10 N_{spt}$)	0	50	0	320
v	-	0,3	0,35	0,3	0,35
γ	-	16	15	18	21

Essa simplificação se justifica pela adoção de uma abordagem mais conservadora no dimensionamento, assumindo um cenário de resistência inferior ao comportamento real do solo ao desconsiderar as parcelas de resistência provenientes das frações secundárias, como a coesão em matrizes arenosas ou o atrito em matrizes argilosas, garantindo uma margem de segurança adicional aos resultados obtidos.

A partir das formulações semi-empíricas de Aoki e Velloso (1975), foi encontrada os valores de Capacidade de Carga (R), por estaca, iguais à 2.346 kN, sendo esses posteriormente encontrados para o sistema radier estakeado via ELPLA.

Tabela 07: Capacidade de Carga Aoki e Velloso (1975)

$R = RP + RL = ((K_p * N_p * A_p) / F_1) + (U/F_2) * (\text{Soma } (\alpha_i * K_i * N_{Li} * \Delta L_i))$			
RP	$((K * N_p * A_p) / F_1)$	1583	kN
R1	$\alpha_1 * K_1 * N_{L1} * \Delta L_1$	31,6	kN/m
R2	$\alpha_2 * K_2 * N_{L2} * \Delta L_2$	298,5	
R3	$\alpha_3 * K_3 * N_{L3} * \Delta L_3$	872,1	
R4	$\alpha_4 * K_4 * N_{L4} * \Delta L_4$	416,6	
RL	$(U/F_2) * (\text{Soma } (\alpha_i * K_i * N_{Li} * \Delta L_i))$	763	kN
R	RP + RL	2346	kN
Padm	R/2	1173	kN

4. Desenvolvimento do Projeto

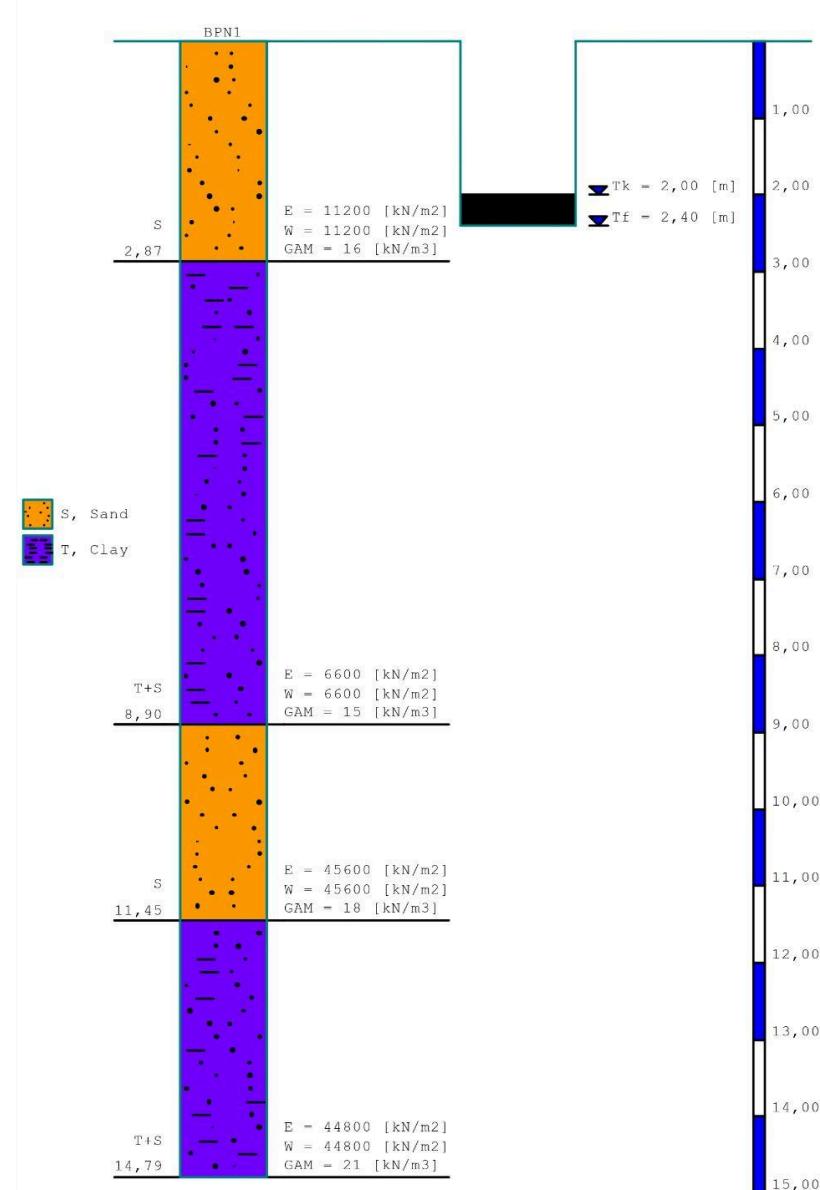
O Método 7 (Modulus of Compressibility - Elimination) foi o modelo utilizado na modelagem no software ELPLA, sendo o método mais robusto para radiers estaqueados. Ele captura o efeito de grupo e a interação completa, sendo a melhor escolha metodológica para este relatório. No ELPLA, o radier é dividido em elementos finitos de placa, com as estacas inseridas nos nós da malha e tratadas como elementos que interagem com o solo através de coeficientes de flexibilidade.

Uma limitação para a realização deste trabalho acadêmico é a restrição da versão gratuita do ELPLA, que permite uma malha de no máximo 300 nós. Para um radier de 20m x 20m, isso implica uma malha relativamente grosseira de aproximadamente 10x10 nós, com tamanho de 2 metros cada.

A partir desses dados de entrada, pode-se começar a modelagem da fundação no ELPLA. Foram adotadas estacas do tipo hélice contínua, com diâmetro de 0,50 m, conforme

definido na etapa de dimensionamento geotécnico pelo método de Aoki e Velloso (1975). O comprimento das estacas foi fixado de modo a garantir o apoio em camada de solo de boa competência geomecânica, na cota -14 metros, conforme o perfil estratigráfico abaixo gerado a partir do laudo de sondagem SPT.

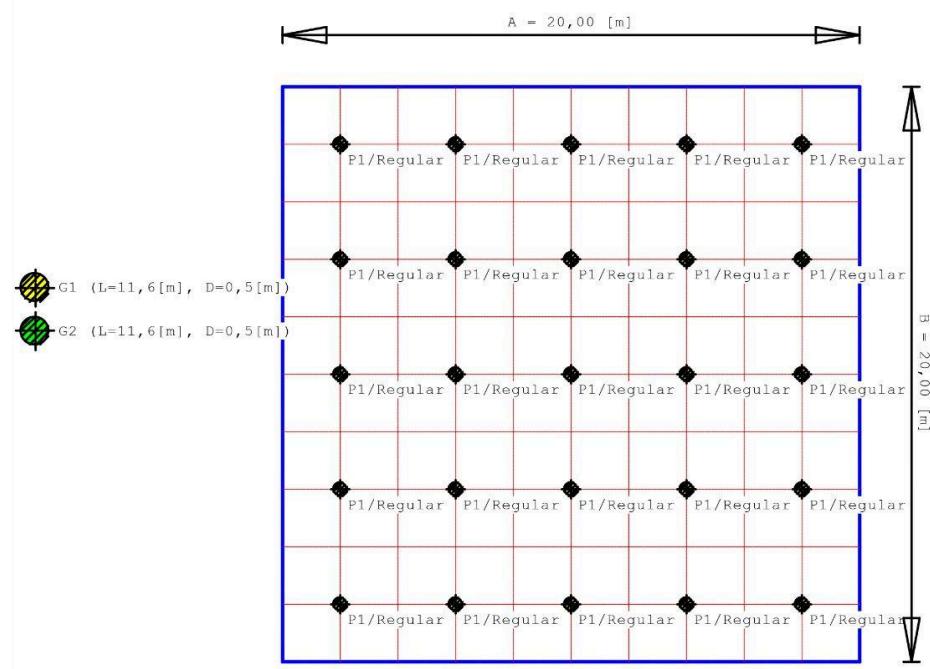
Figura 03: Perfil de Sondagem e profundidade de assentamento do Radier



Inicialmente, foi definida uma malha regular composta por 25 estacas, dispostas em arranjo quadrado 5x5, totalizando uma fundação simétrica em planta. O espaçamento entre os eixos das estacas foi adotado como 4,0 m nas duas direções, garantindo um arranjo uniforme e

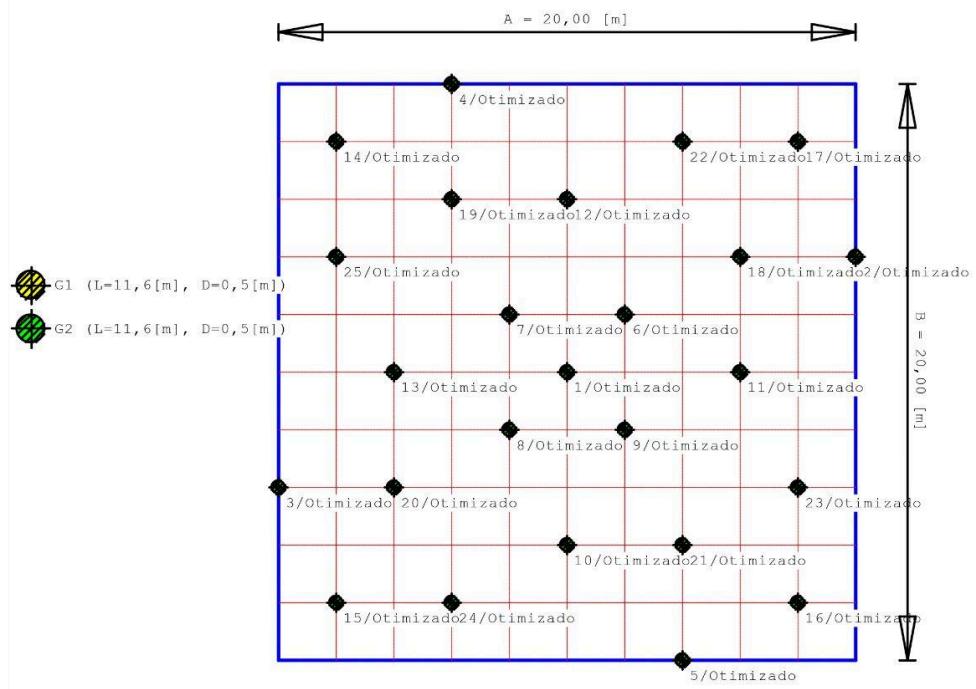
compatível com as dimensões do radier. Essa configuração serviu como modelo de referência para comparação dos resultados de recalque e distribuição de esforços.

Figura 04: Vista da Localização das Estacas Regulares



Na segunda etapa, foi analisada uma malha otimizada, na qual se manteve a mesma quantidade de estacas e o mesmo diâmetro da malha regular. Contudo, os espaçamentos entre as estacas foram ajustados de forma não uniforme, buscando uma melhor adequação à distribuição de cargas e uma resposta mais eficiente do sistema radier-estaca-solo.

Figura 05: Vista da Localização das Estacas Otimizadas

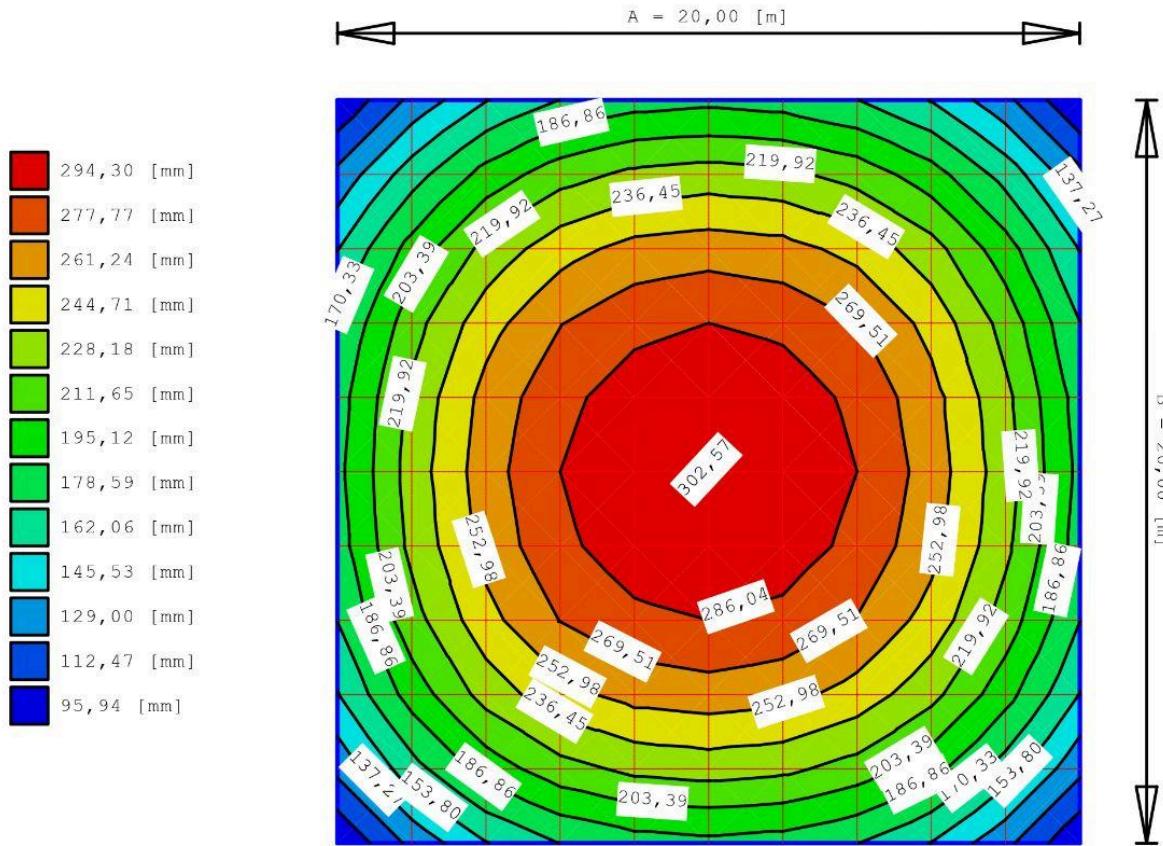


5. Discussão dos Resultados

Primeiro, foi analisada a interação entre o solo e o radier clássico, Figura 06, sendo encontrados recalques totais e diferenciais muito altos, chegando a quase 300 mm no centro da fundação. Esse padrão de deformação evidencia que o solo subjacente não possui rigidez suficiente para que o radier possa redistribuir todas as tensões impostas pela edificação.

Do ponto de vista estrutural, recalques dessa ordem de grandeza são incompatíveis com o estado limite de serviço, comprometendo seriamente o desempenho da estrutura e ocasionando fissuração excessiva em elementos estruturais, danos em alvenarias de vedação e prejuízos à funcionalidade da edificação.

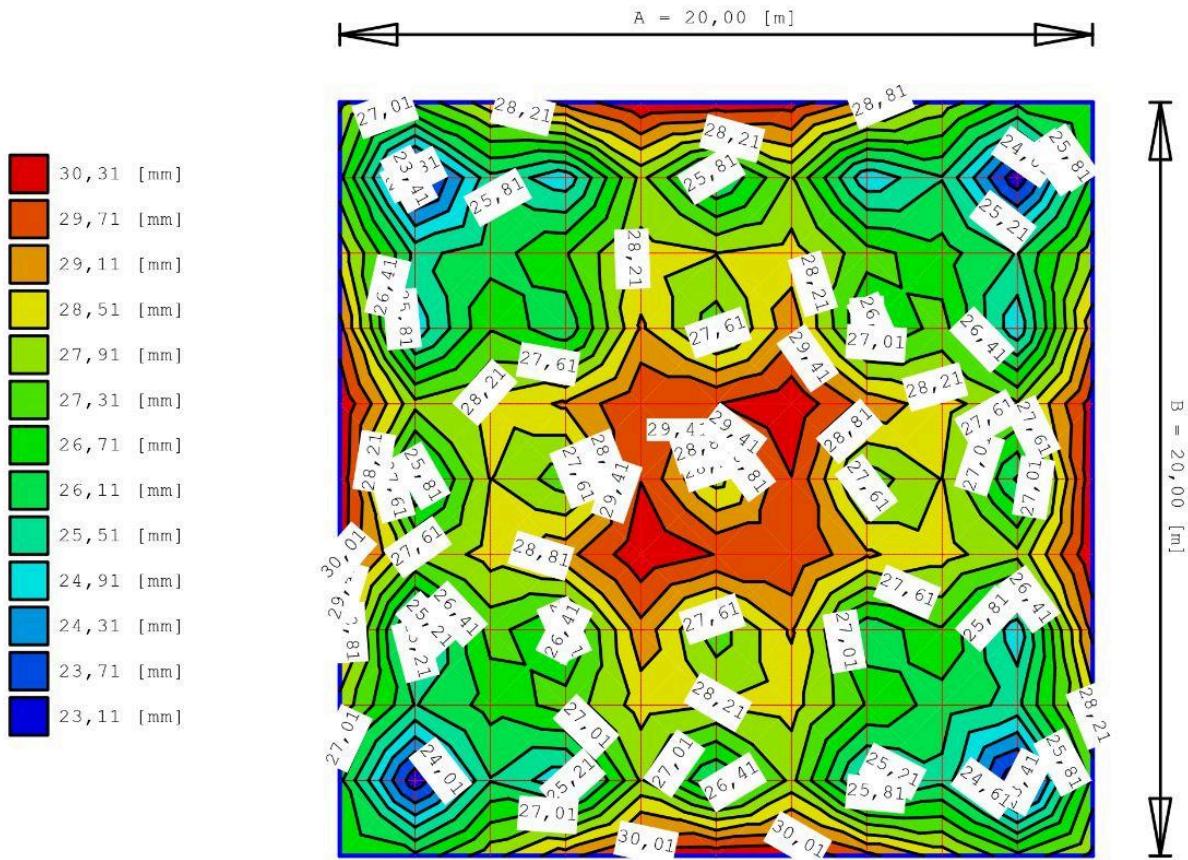
Figura 06: Recalques no Radier



Dessa forma, os resultados obtidos confirmam a inviabilidade técnica da adoção do radier isolado para o caso em estudo, justificando a necessidade de soluções de fundação profunda ou mista.

Com a introdução das estacas ao sistema de fundação, observa-se uma mudança significativa no comportamento deformacional da estrutura, conforme ilustrado na Figura 07. Os recalques máximos passam a se situar em torno de 30 mm, representando uma redução superior a 85% em relação aos valores obtidos para o radier clássico.

Figura 07: Recalques no Radier-Estaqueado em Malha Regular

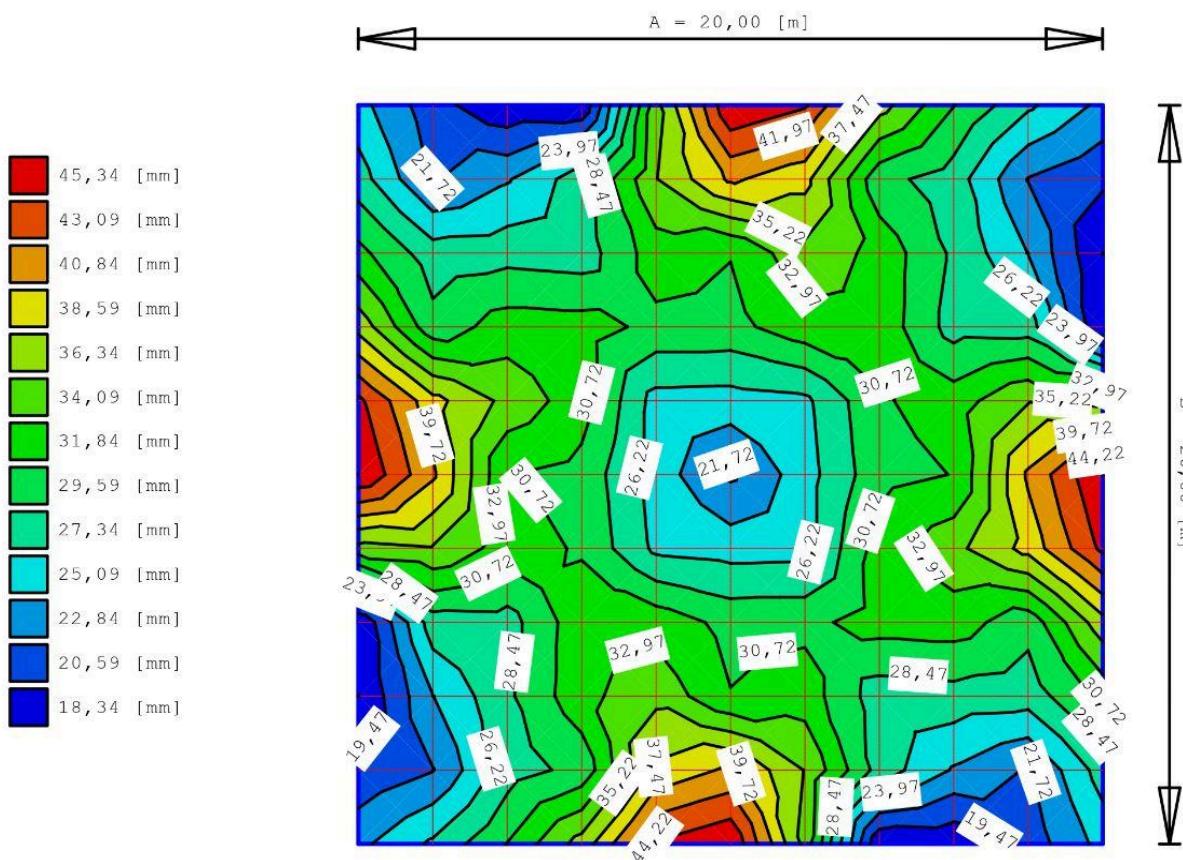


Embora os recalques máximos se concentrem na região central do radier, os níveis de recalque se distribuem mais suavemente. Esse comportamento indica uma distribuição mais equilibrada de rigidez e favorece a redução dos recalques diferenciais, proporcionando um resultado compatível com os critérios de serviço da edificação.

Já a malha otimizada foi concebida com o objetivo de reduzir os recalques máximos nos pontos mais solicitados, a partir da redistribuição do espaçamento entre as estacas, mantendo-se o mesmo número e diâmetro das estacas. De fato, os resultados mostram uma redução dos recalques totais em algumas regiões, especialmente no centro da fundação, mas também mostram que essa redistribuição não uniforme provocou recalques diferenciais superiores aos observados na malha regular.

Esse aumento dos recalques diferenciais foi gerado pela concentração local de rigidez em determinadas áreas do radier, enquanto que outras regiões passam a se deformar mais. Esse comportamento pode ser prejudicial ao desempenho global da edificação, uma vez que recalques diferenciais elevados são, em geral, mais críticos do que recalques absolutos elevados, pois tendem a induzir esforços adicionais na superestrutura, provocar fissuração excessiva e comprometer o desempenho funcional e estrutural da construção.

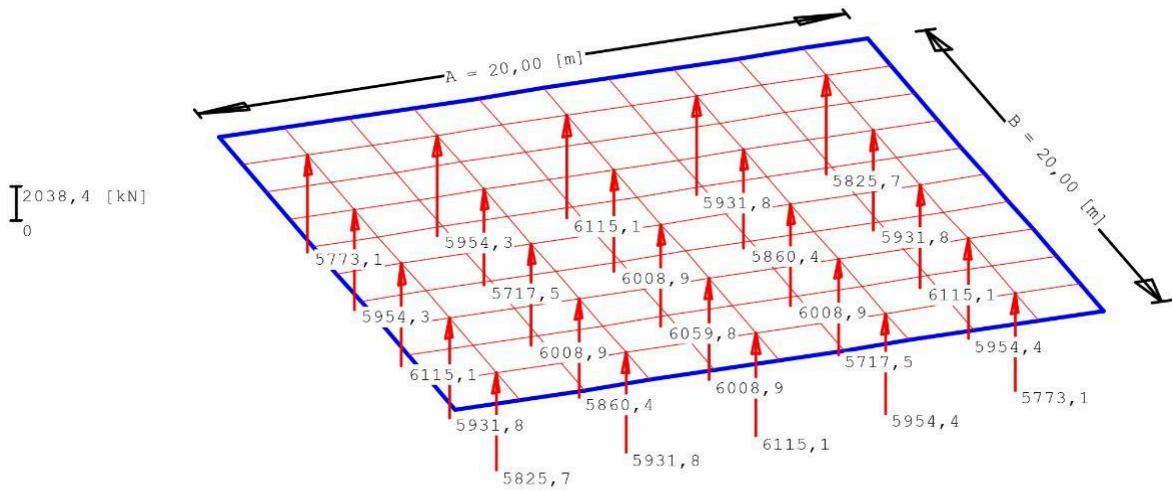
Figura 08: Recalques no Radier-Estaqueado em Malha Otimizada



Dessa forma, embora a malha otimizada apresente mais vantagens no controle de recalques totais, os efeitos sobre a uniformidade dos deslocamentos tornam essa solução menos adequada do ponto de vista do estado limite de serviço. A análise comparativa evidencia que a malha regular, ainda que apresente recalques máximos superiores em algumas regiões, proporciona um comportamento mais previsível e seguro para a edificação.

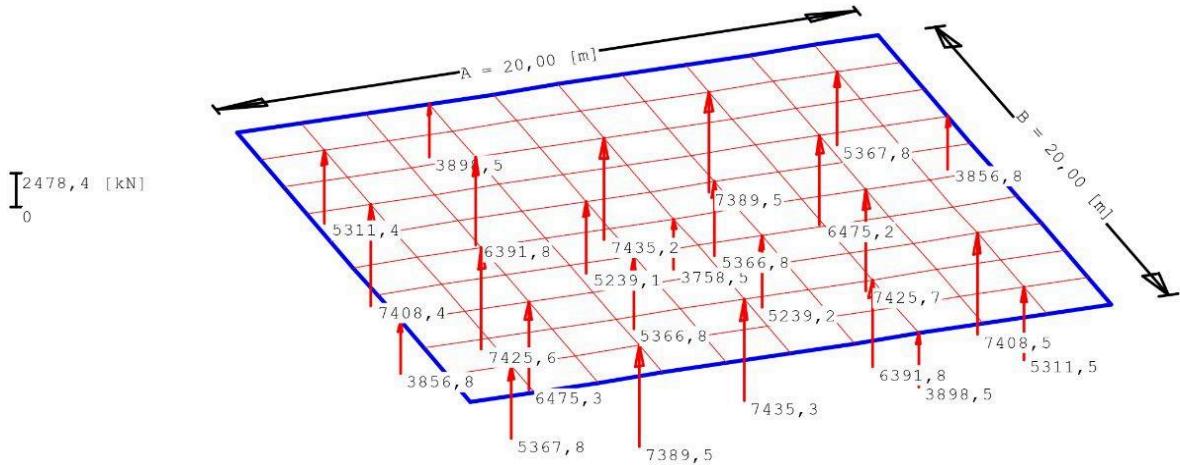
Quanto aos esforços atuantes na malha regular, as cargas nas estacas situam-se em uma faixa menor, variando aproximadamente entre 5.717 kN e 6.115 kN. O equilíbrio nos esforços indica que as estacas trabalham de forma solidária, o que simplifica o dimensionamento estrutural dos elementos de concreto e reduz a probabilidade de punção excessiva em pontos isolados do radier.

Figura 09: Diagrama de Esforços em Malha Regular



Enquanto isso, na Malha Otimizada, algumas estacas suportam esforços maiores, atingindo valores de até 7.435 kN, enquanto outras operam com cargas reduzidas, na ordem de 3.758 kN. Essa disparidade entre a carga da estaca mais solicitada e a menos solicitada pode vir a exigir que as estacas tenham armaduras diferentes entre si ou que o radier seja reforçado localmente para suportar as reações mais elevadas.

Figura 10: Diagrama de Esforços em Malha Otimizada



6. Conclusão

Resumidamente, a utilização de um radier isolado mostrou-se tecnicamente inviável devido aos elevados recalques totais, que atingiram aproximadamente 300 mm no centro da fundação. Tais valores excedem o estado limite de serviço, podendo causar danos estruturais graves e comprometer a funcionalidade da edificação.

A introdução de estacas hélice contínua de 0,50 m de diâmetro promoveu uma redução superior a 85% nos recalques máximos, situando-os em torno de 30 mm, que estão abaixo do recalque admissível para radiers e estacas, que se situam entre 50 mm a 100 mm. Isso demonstra que o sistema de radier estaqueado é um mecanismo eficiente para o controle de deformações em solos sedimentares com camadas superficiais moles.

A malha regular proporcionou uma distribuição de rigidez mais equilibrada, resultando em recalques mais suaves e esforços nas estacas variando em uma faixa menor. Já a malha otimizada, embora tenha reduzido recalques em pontos específicos, gerou recalques diferenciais superiores e uma disparidade acentuada de esforços entre as estacas. Portanto, a malha regular foi considerada a solução mais adequada por oferecer um comportamento mais previsível e seguro sob o ponto de vista do estado limite de serviço.

Com isso, a utilização do software ELPLA foi fundamental para capturar a complexa interação solo-estrutura, permitindo uma análise que as simplificações normativas da NBR 6122:2019 não abrangem diretamente.

7. Referências

NORMAS TÉCNICAS (ABNT)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

LIVROS E ARTIGOS SOBRE FUNDAÇÕES E RADIER ESTAQUEADO

AOKI, N.; VELLOSO, D. A. An approximate method to estimate the bearing capacity of piles. In: Pan-American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 5., 1975, Buenos Aires. v. 1, p. 367-376.

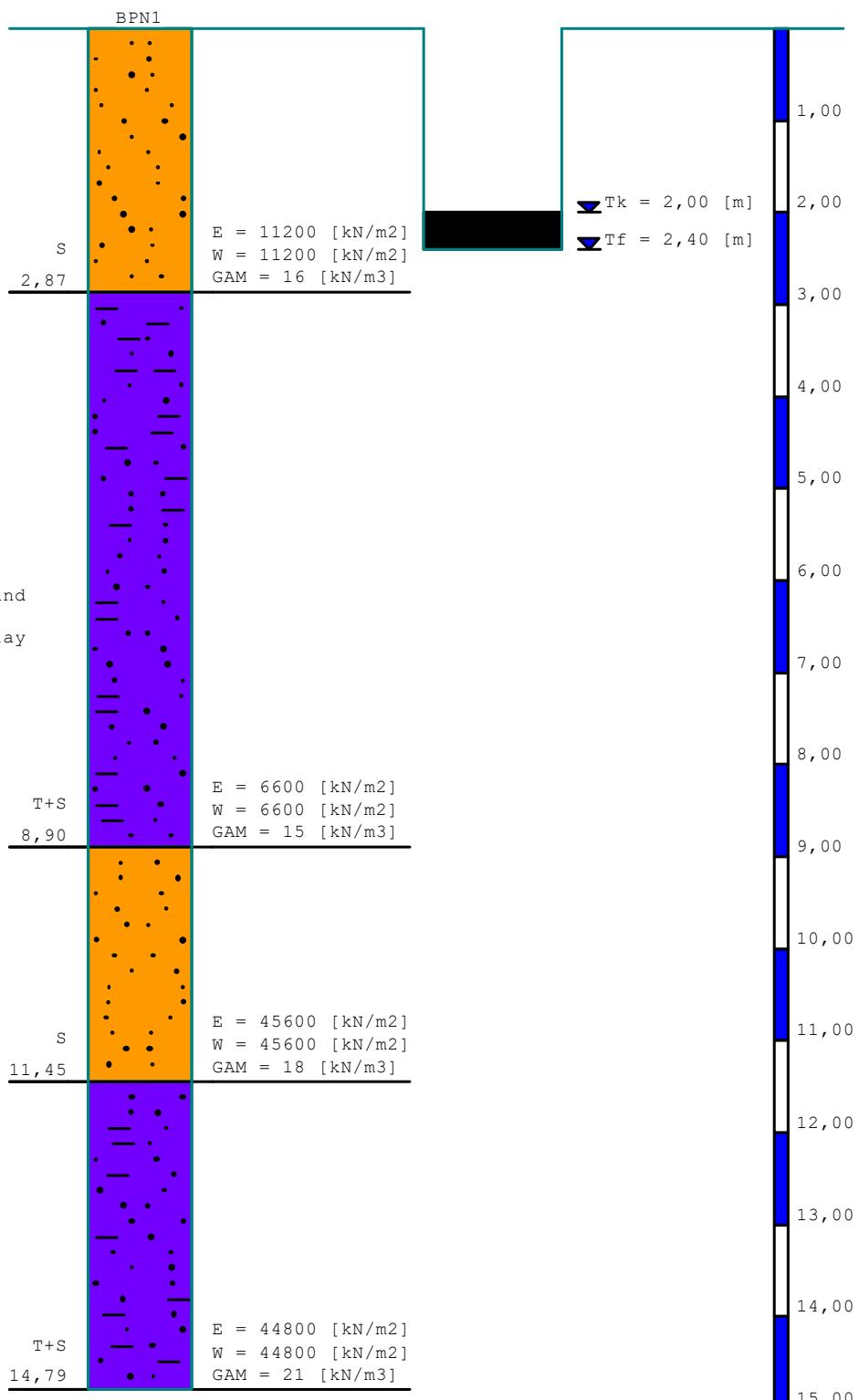
FREITAS NETO, O. (2013). Avaliação Experimental e Numérica de Radiers Estaqueados com Estacas Defeituosas em Solo Tropical do Brasil. Tese de Doutorado, Publicação G.TD-088/2013, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 253p.

GODOY, N. S. Fundações. In: HACHICH, W. et al. (Ed.). Fundações: Teoria e Prática. 2. ed. São Paulo: PINI, 1998. p. 750. 222.

HACHICH et al. Fundações: teoria e prática, 2. Ed. São Paulo, SP. Pini, 1998. ISBN 85-7266-098-4, 1998. 750p.

REUL, Oliver; RANDOLPH, Mark. Combined pile-raft foundations: design and practice. Boca Raton: CRC Press, 2025.

8. Apêndices



Scale 1:75

File: Radier Estaqueado - Amanda

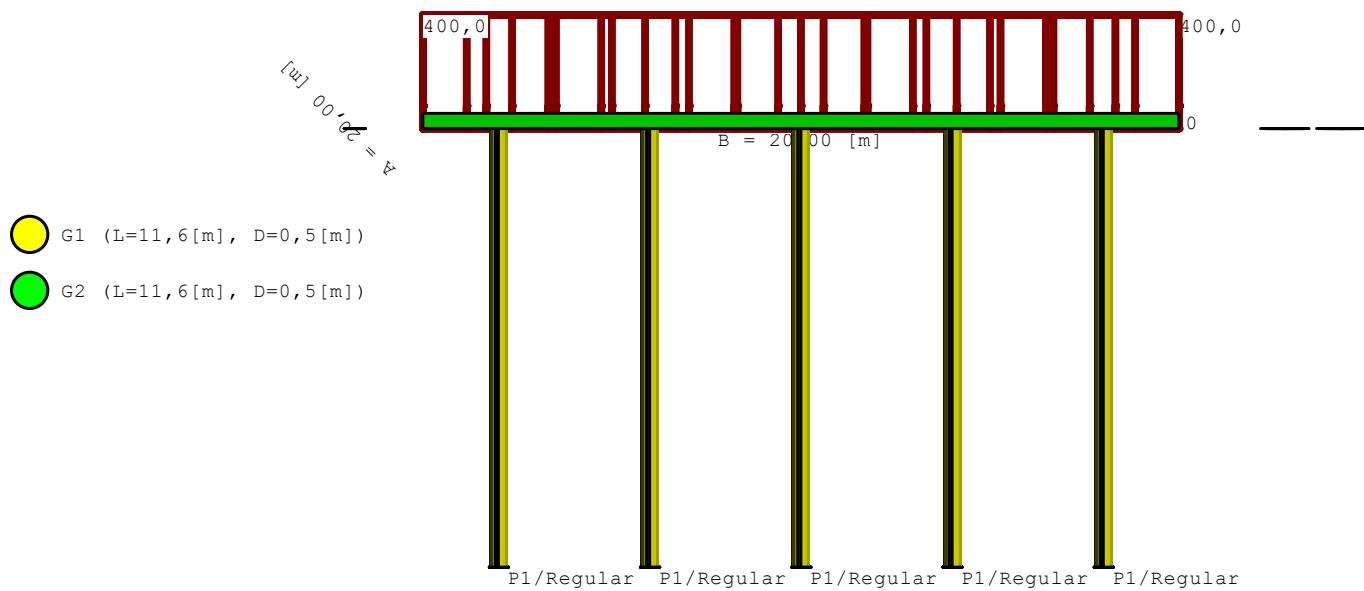
Page No.: 1

Title: Radier Estaqueado

Date: 29/11/2025

Project: Projeto de Fundações Mistas

Perfil do Sistema Radier-Estaqueado Regular



Localização das Estacas Regulares

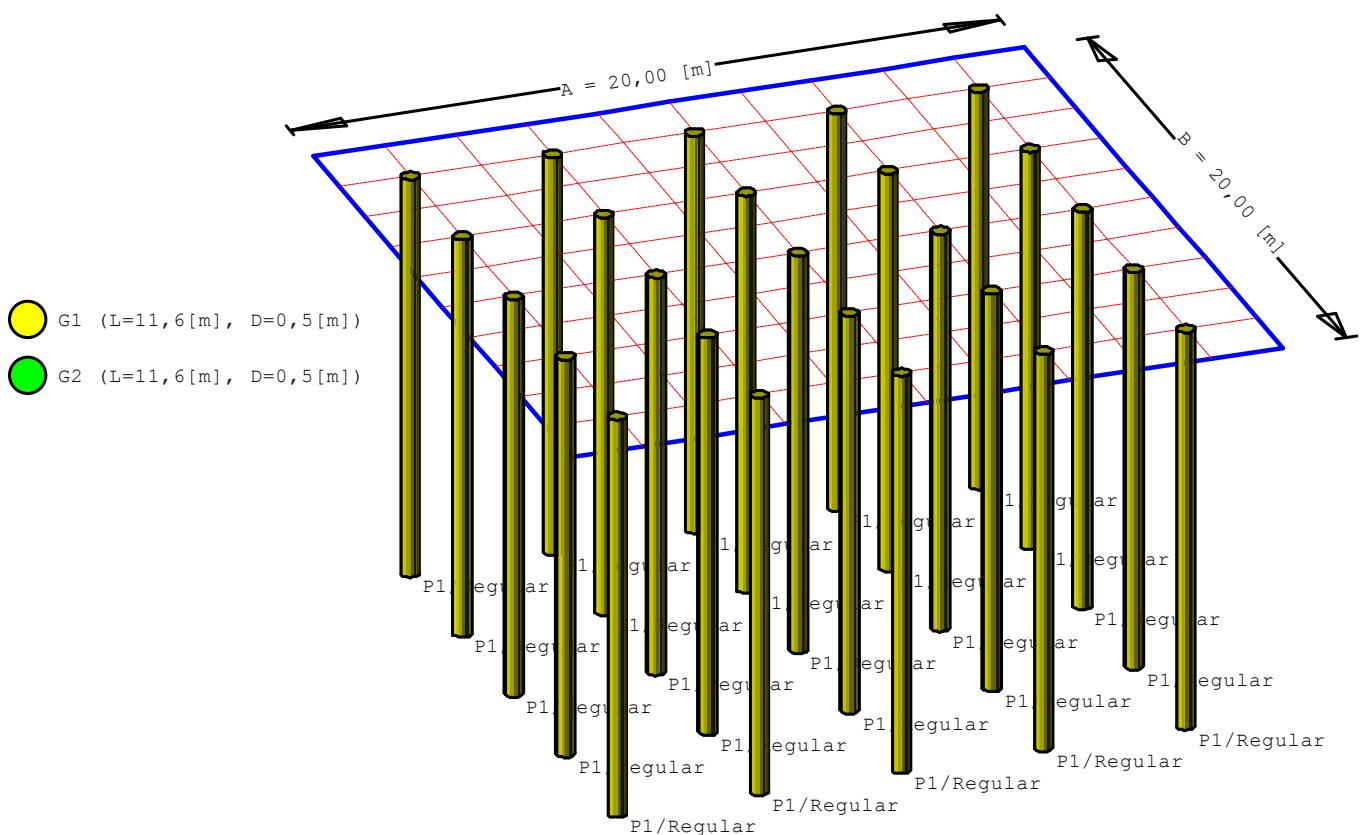
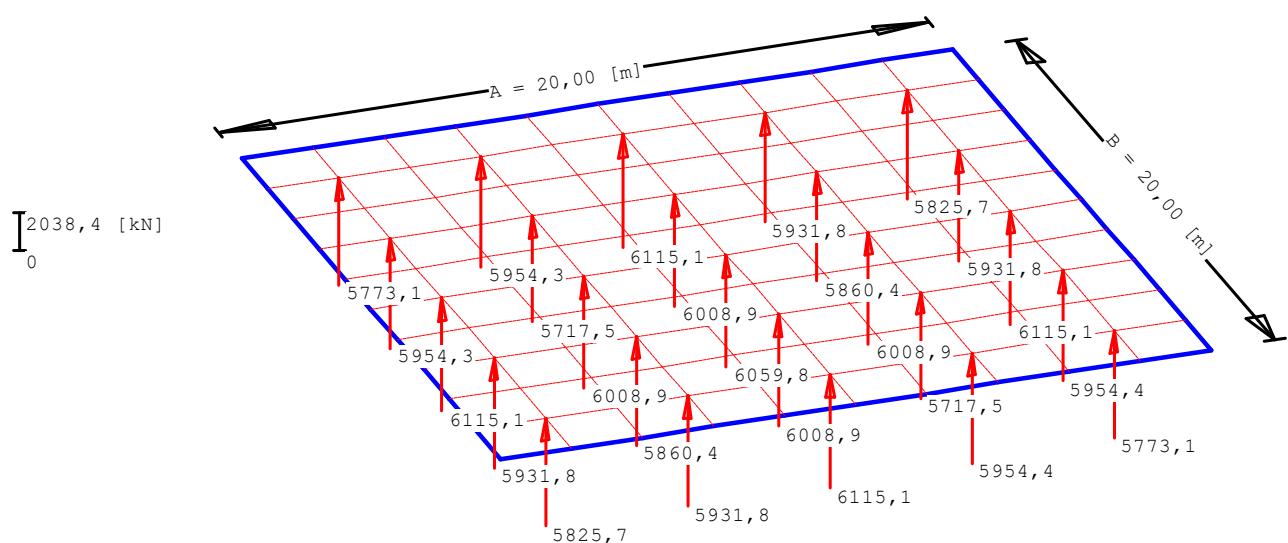
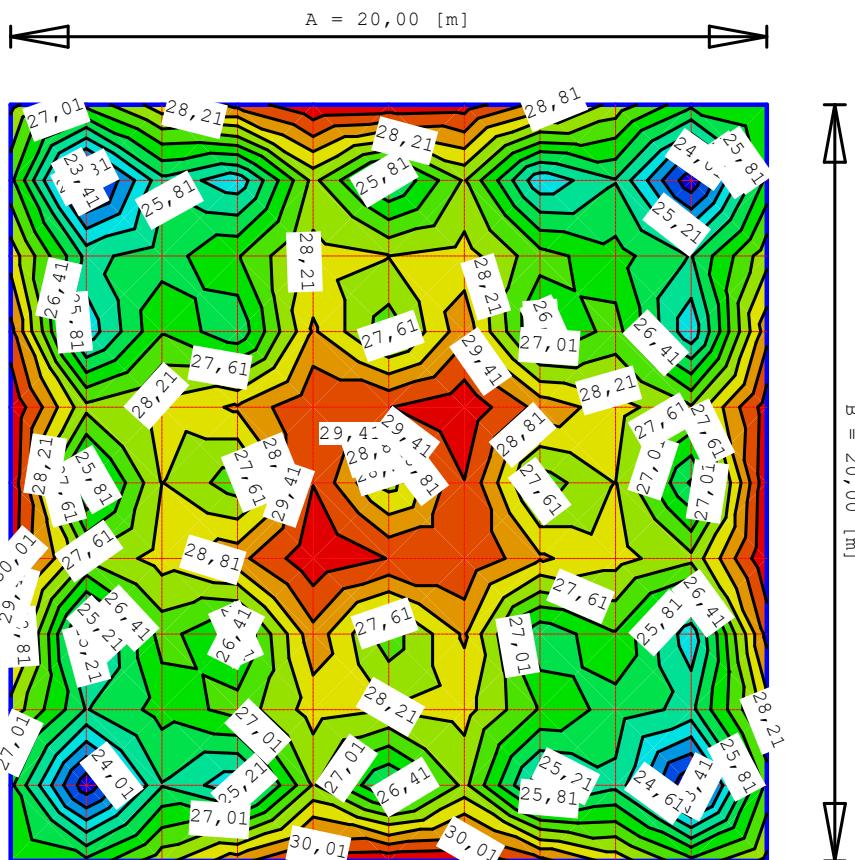


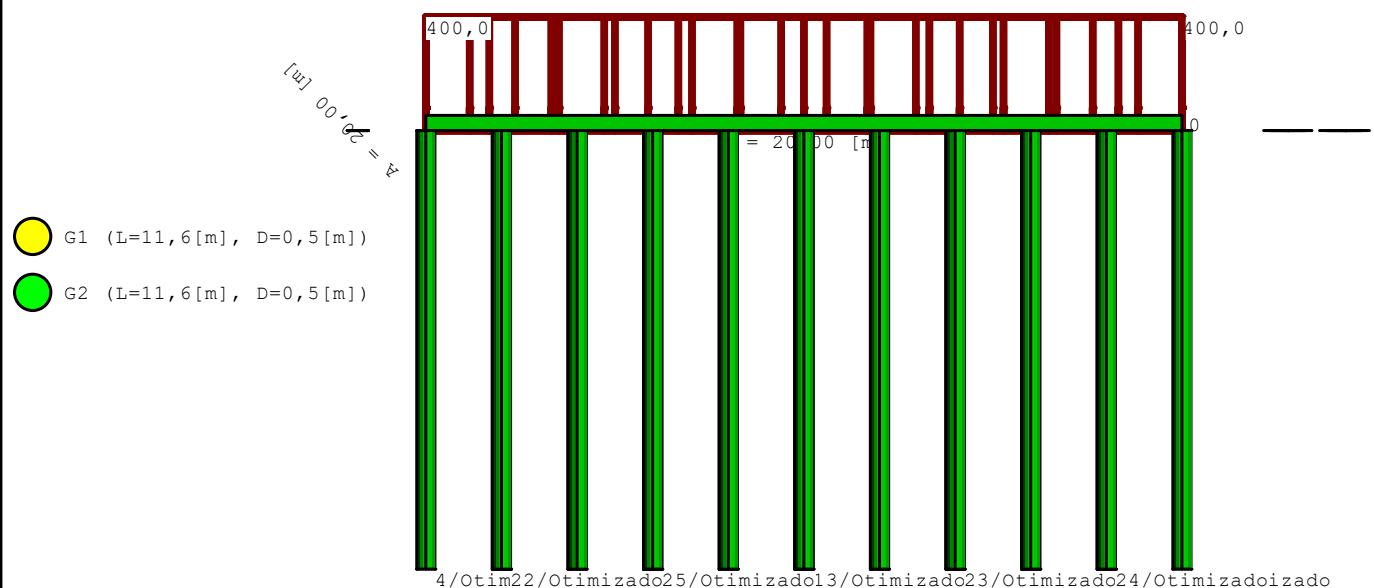
Diagrama de Esforços Regular



Recalques Radier-Estaqueado Regular



Perfil do Sistema Radier-Estaqueado Otimizado



Localização das Estacas Otimizadas

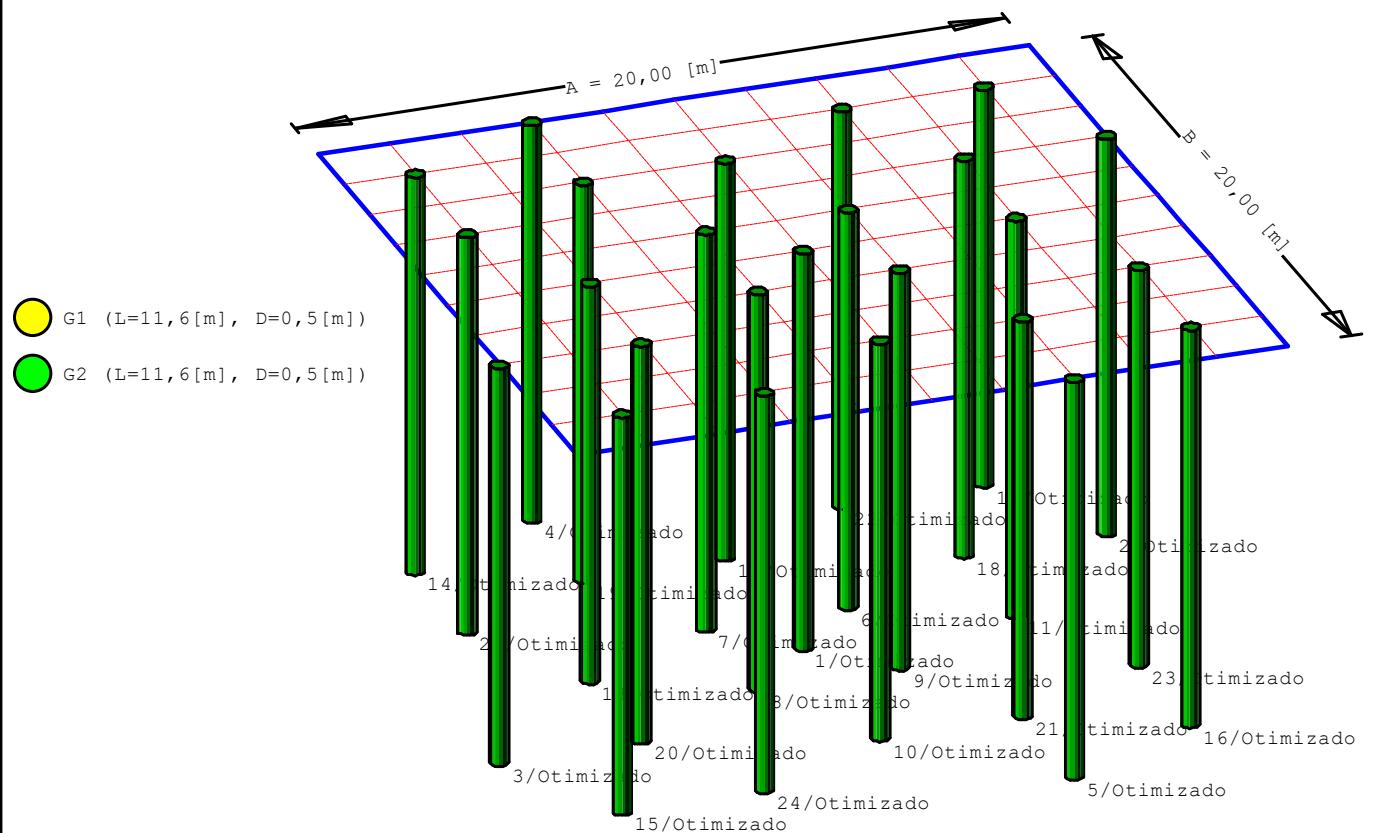
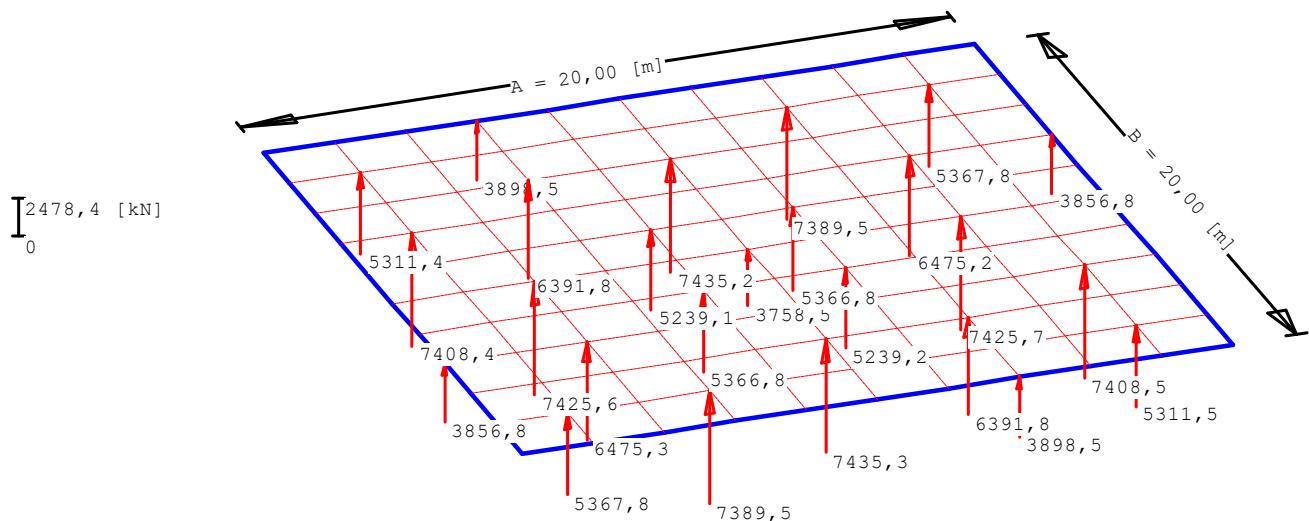
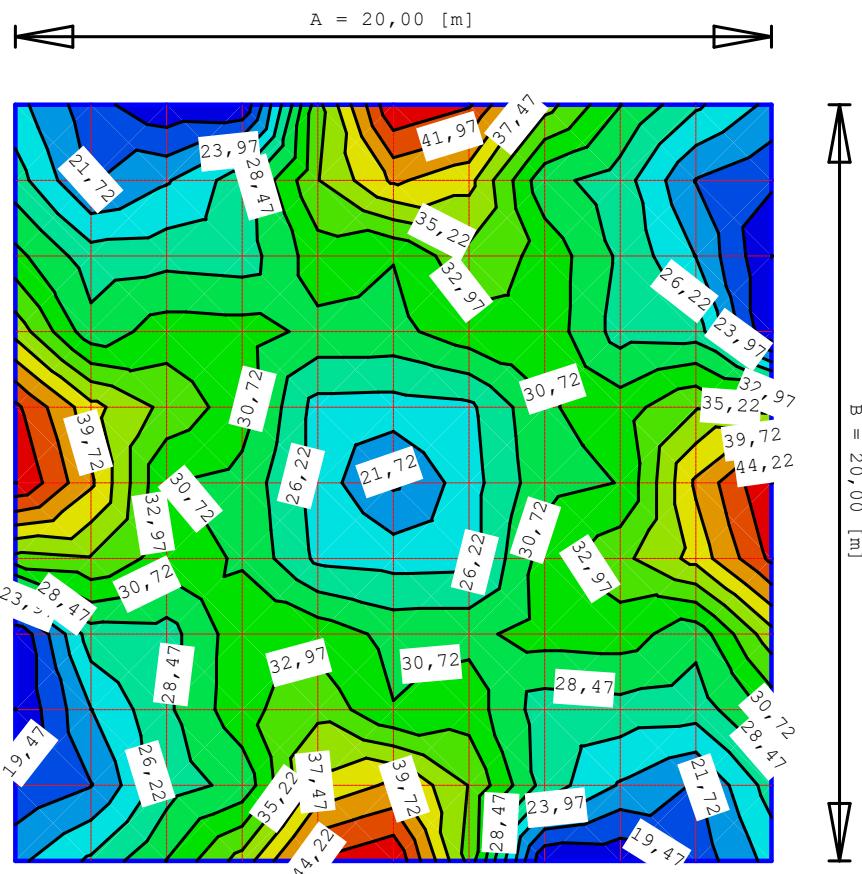


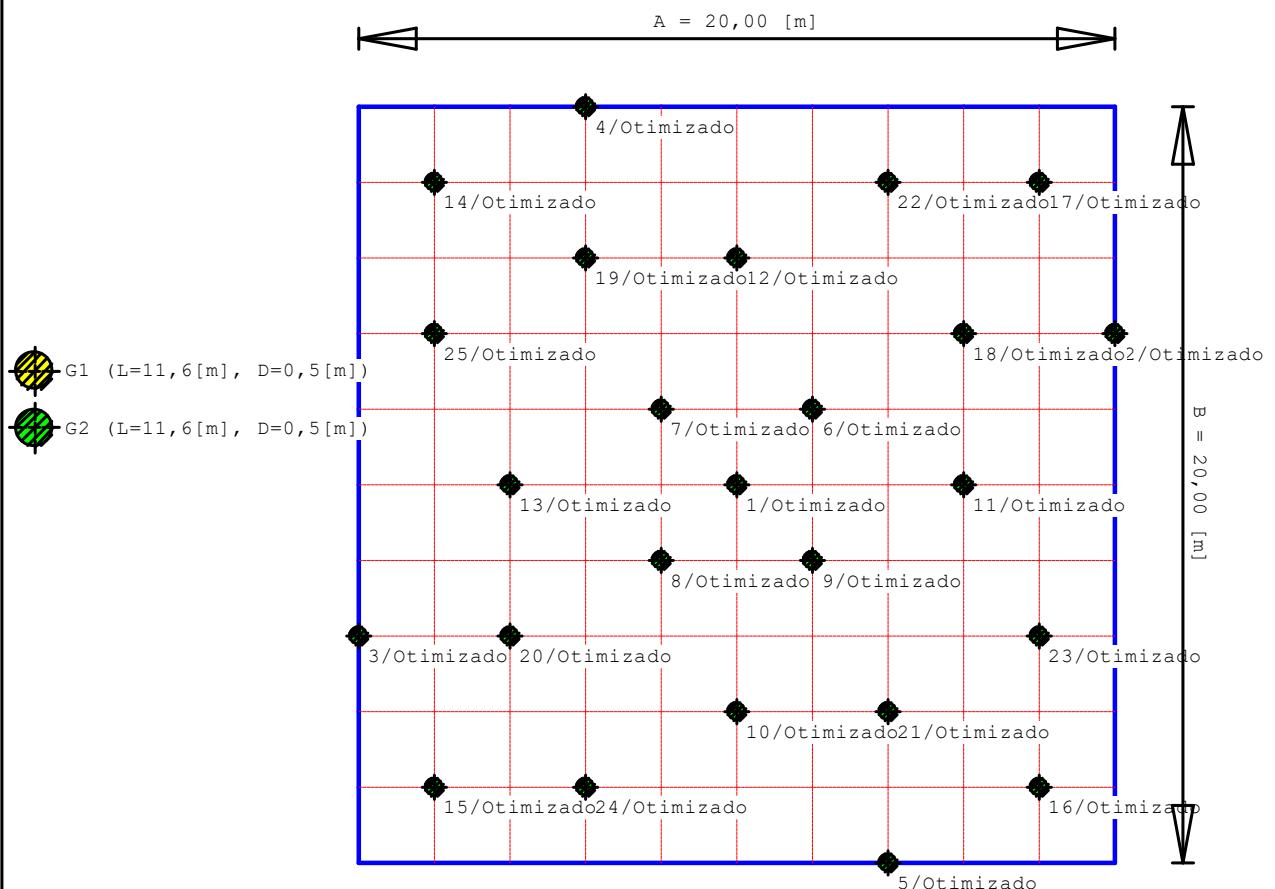
Diagrama de Esforços Otimizado



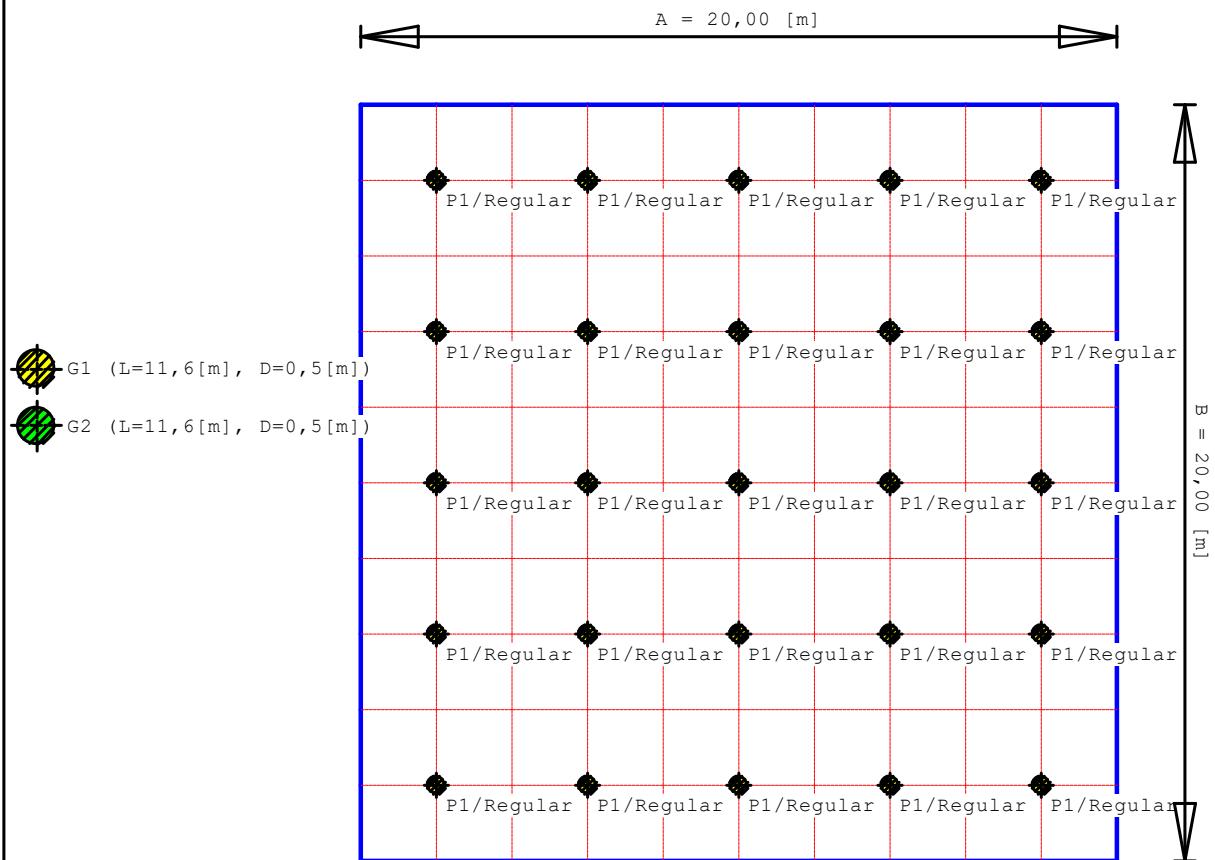
Recalques Radier-Estaqueado Otimizado



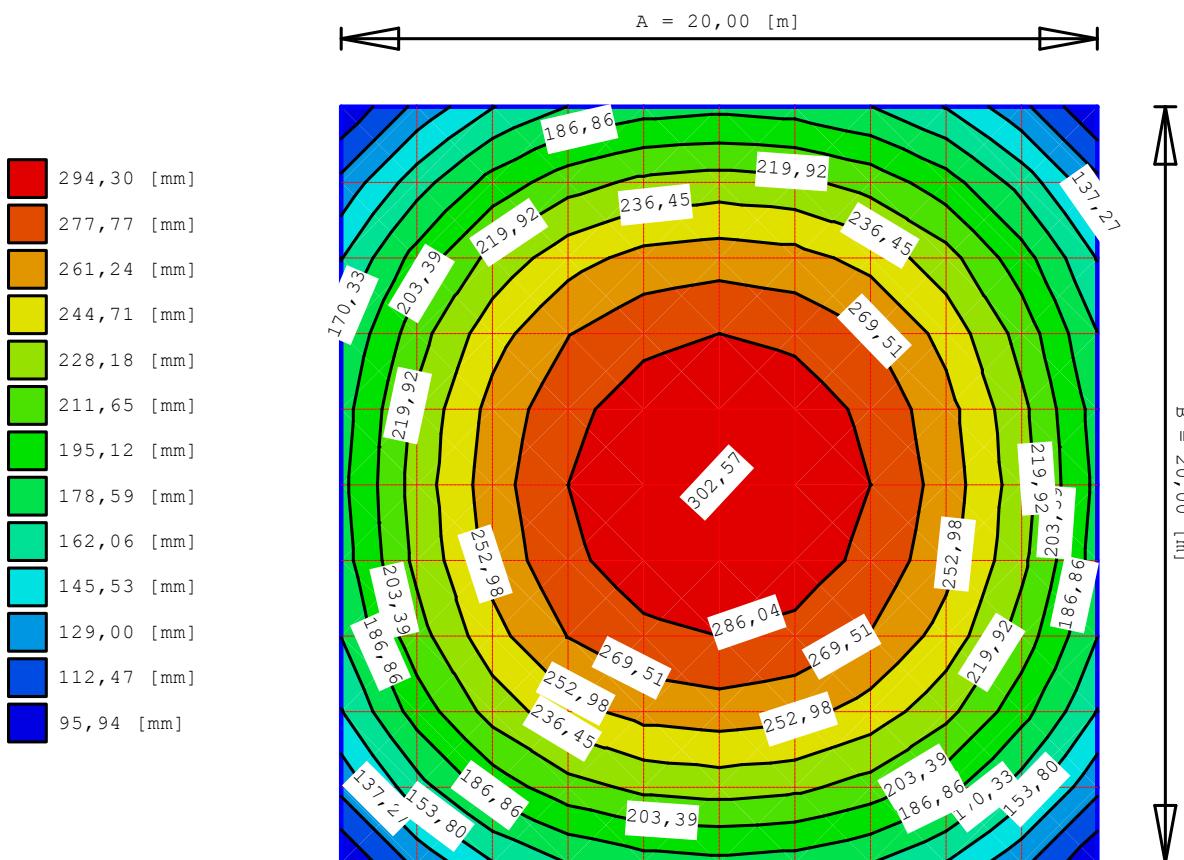
Vista Localização das Estacas Otimizadas



Vista Localização das Estacas Regulares



Recalques do Radier



Cargas sobre o Radier

