

DESENVOLVIMENTO DE UMA PLANILHA INTERATIVA PARA O CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CARGA E DA TENSÃO ADMISSÍVEL DE SAPATAS ISOLADAS

Danilo Borges de Souza¹

dbs14@discente.ifpe.edu.br

Orientador: Samuel Gadelha Guimarães

samuel.guimaraes@afogados.ifpe.edu.br

RESUMO

O dimensionamento de sapatas isoladas requer a determinação da capacidade de carga e da tensão admissível do solo por métodos teóricos e semiempíricos baseados no ensaio SPT. A aplicação manual desses procedimentos pode ser repetitiva e sujeita a simplificações, especialmente na definição do bulbo de tensões e no cálculo do N_{SPT} médio. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma planilha interativa em *Microsoft Excel* para automatizar esses cálculos, integrando métodos clássicos e formulações nacionais. A ferramenta foi validada por exercícios da literatura técnica, apresentando resultados coerentes e precisão no cálculo do N_{SPT} médio. Conclui-se que a planilha é adequada para apoiar o ensino e a prática de projeto em fundações rasas.

Palavras-chave: Fundações rasas. Tensão admissível do solo. Ensaio SPT. Planilha interativa.

ABSTRACT

The design of isolated footings requires the determination of the bearing capacity and allowable stress of the soil using theoretical and semi-empirical methods based on the SPT test. The manual application of these procedures can be repetitive and subject to simplifications, especially in the definition of the pressure bulb and the calculation of the average N_{SPT} . This paper presents the development of an interactive spreadsheet in Microsoft Excel to automate these calculations, integrating classical methods and national formulations. The tool was validated by exercises from the literature, presenting consistent results and accuracy in the calculation of the average N_{SPT} . It is concluded that the spreadsheet is suitable for supporting the teaching and practice of shallow foundation design.

Keywords: Shallow foundations. Permissible soil stress. SPT test. Interactive spreadsheet.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento seguro e econômico de fundações superficiais exige uma estimativa precisa da capacidade de carga do solo, baseada tanto em teorias clássicas de equilíbrio limite quanto em métodos semiempíricos fundamentados no ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), prática bastante difundida na engenharia brasileira (VELLOSO; LOPES, 2010). No entanto, a complexidade iterativa desses cálculos, especialmente quando se considera a variação estratigráfica do subsolo, impõe desafios à prática manual do cálculo (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011).

Simultaneamente, a formação do engenheiro civil demanda cada vez mais a integração entre a teoria geotécnica e ferramentas de automatização. O uso de rotinas computacionais no ambiente acadêmico vai além da mera agilidade de cálculo; ele permite ao discente desenvolver uma capacidade crítica analítica, retirando o foco da matemática repetitiva do cálculo e direcionando-o para a compreensão do comportamento físico do sistema solo-fundação (ANDRADE; BELLO; SILVA, 2023).

Apesar da existência de *softwares* comerciais robustos, observa-se uma carência de ferramentas abertas e didáticas que executem o refinamento necessário para projetos, especificamente o cálculo da média ponderada do N_{SPT} ao longo do bulbo de tensões. Muitas planilhas disponíveis para fins acadêmicos simplificam excessivamente essa análise ou ignoram a influência das camadas subjacentes à cota de apoio (ALONSO, 2010; ANDRADE; BELLO; SILVA, 2023).

Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma planilha automatizada em *Microsoft Excel* para o cálculo da capacidade de carga de sapatas isoladas. A ferramenta integra métodos teóricos consagrados e formulações semiempíricas nacionais com base no SPT, preenchendo a lacuna entre a teoria ensinada em sala de aula e as exigências de precisão da prática profissional.

2 DESENVOLVIMENTO

A capacidade de carga de uma fundação superficial é a tensão máxima que o solo pode suportar com segurança antes de ocorrer ruptura ou deformações excessivas sob a estrutura. A tensão admissível de um solo é obtida dividindo-se a capacidade de carga por um fator de segurança adequado a cada caso (ALBUQUERQUE; GARCIA, 2020).

De acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2022), a tensão admissível de um solo é a grandeza fundamental para o projeto de fundações rasas e pode ser encontrada através de três métodos distintos: métodos teóricos; semiempíricos e ensaio de prova de carga sobre placa. Os métodos teóricos são métodos analíticos que consistem em formulações derivadas de modelos de ruptura do solo, baseados na mecânica dos solos clássica. Enquanto os métodos semiempíricos utilizam resultados de ensaios *in situ* (tais como o SPT, CPT etc.) para calcular a tensão admissível ou tensão resistente de cálculo. Por sua vez, o ensaio de prova de carga permite analisar os valores obtidos nos métodos anteriores ao aplicar uma carga vertical crescente sobre uma placa rígida metálica apoiada no terreno, medindo os recalques até atingir a ruptura ou recalque limite, para determinar a capacidade de carga da fundação superficial.

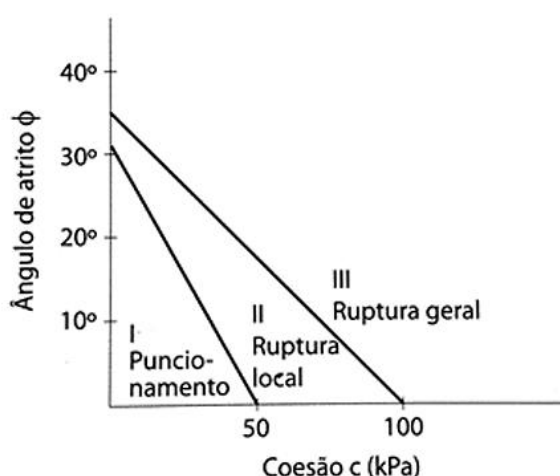
¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

2.1 Mecanismos de ruptura

Determinada a capacidade de carga de uma fundação superficial, torna-se necessário estabelecer qual será o mecanismo de ruptura do solo, que depende das suas características. Na prática geotécnica atualmente difundida, o primeiro mecanismo é identificado como ruptura geral, enquanto o segundo corresponde à ruptura por punção, conforme os conceitos estabelecidos nos estudos de Vésic (1975). A ruptura geral manifesta-se em solos de maior resistência e menor deformabilidade, associada a fundações rasas. Por outro lado, a ruptura por punção ocorre em solos mais deformáveis e de menor resistência.

Além das rupturas geral e por punção, Vésic (1975) descreve a ruptura local, típica de solos de compactação ou consistência intermediária, caracterizando um mecanismo de transição entre os demais modos de ruptura. Encontra-se no Gráfico 1 os três tipos de mecanismos de ruptura correlacionando-os com os parâmetros de resistência do solo: ângulo de atrito e coesão.

Gráfico 1 - Mecanismos de ruptura do solo

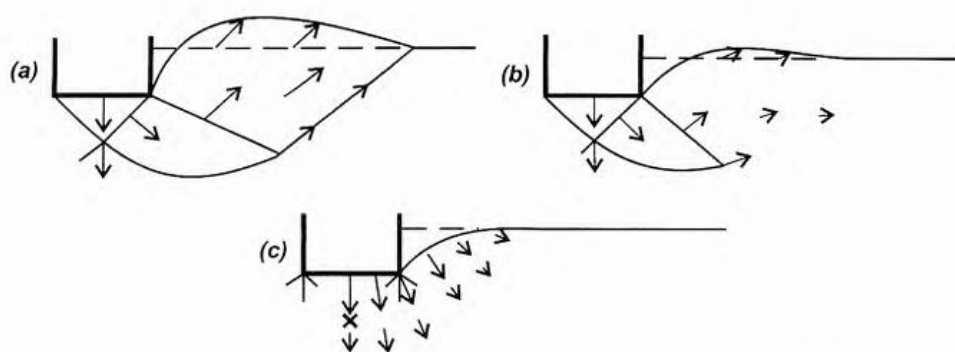


Fonte: Cintra *et al.* (2011).

Lopes (1979) propôs a análise do campo de deslocamentos para a identificação dos modos de ruptura em fundações rasas, aplicável a areias e argilas. Segundo o autor, a ruptura generalizada caracteriza-se por levantamento acentuado da superfície, formação de superfícies de ruptura bem definidas e deslocamentos significativos que se estendem além da região comprimida pela sapata, sendo típica de solos densos ou rígidos. A ruptura local representa um comportamento intermediário, com desenvolvimento parcial das superfícies de ruptura, deformações moderadas do terreno e deslocamentos predominantemente restritos à zona próxima à fundação, ocorrendo em solos de compactação média ou consistência intermediária. Em contraste, a ruptura por punção apresenta pequeno ou inexistente levantamento superficial e ausência de superfícies definidas de ruptura, sendo característica de solos mais fofos ou moles. Na Figura 1 encontra-se exemplos que ilustram o comportamento dos solos diante dos diferentes mecanismos de ruptura.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

Figura 1 - Campos de deslocamentos das rupturas (a) generalizada, (b) localizada e (c) por punção



Fonte: Lopes (1979).

2.2 Métodos teóricos

Amplamente difundidos na engenharia de fundações, os métodos teóricos estimam a tensão de ruptura do solo mediante fórmulas de capacidade de carga (TEIXEIRA; GODOY, 1998). Para fundações rasas, essas formulações baseiam-se no equilíbrio limite e nos mecanismos de ruptura, calculando a tensão última a partir dos parâmetros de resistência ao cisalhamento: coesão e ângulo de atrito interno. Segundo Velloso e Lopes (2010), o primeiro estudo a apresentar fórmulas sobre capacidade de carga foi o de Terzaghi, que consolidou os fundamentos teóricos a partir das contribuições clássicas de Prandtl e Reissner. Também são mencionados avanços posteriores significativos nas equações propostos por Meyerhof, Balla, Hansen, Vésic e De Beer.

O método analítico de maior relevância histórica é o proposto por Terzaghi (1943), que idealizou um mecanismo de ruptura composto por cunhas e superfícies curvilíneas sob a fundação carregada verticalmente. A formulação de Terzaghi expressa a capacidade de carga última como a soma de parcelas associadas à coesão, ao peso específico do solo e ao atrito interno, moduladas pelos coeficientes de capacidade de carga. Posteriormente, o efeito da forma da sapata começou a ser considerado na formulação, sendo definitivamente inserido na equação geral da capacidade de carga (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011).

Diversos autores ampliaram o modelo original. Hansen (1961) e Meyerhof (1963) expandiram o método com fatores de profundidade e inclinação da carga, permitindo maior precisão nos cálculos. Vésic (1975) consolidou as contribuições anteriores e introduziu uma abordagem detalhada para o cálculo dos coeficientes de inclinação e excentricidade. Essas extensões teóricas possibilitam maior amparo ao dimensionamento em situações reais, nas quais a formulação de Terzaghi (1943) pode não capturar adequadamente os efeitos da geometria ou das condições de carregamento. Na Tabela 1, encontram-se as expressões desenvolvidas por tais autores para uma situação de carga vertical centrada.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

Tabela 1 - Capacidade de carga de sapatas superficiais com carga centrada

Autor	Formulação
Terzaghi (1943)	$\sigma_r = c \cdot N_c \cdot Sc + q \cdot N_q \cdot Sq + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$
Hansen (1961)	$\sigma_r = c \cdot N_c \cdot Sc \cdot dc + q \cdot N_q \cdot Sq \cdot dq + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d\gamma$
Meyerhof (1963)	$\sigma_r = c \cdot N_c \cdot Sc \cdot dc + q \cdot N_q \cdot Sq \cdot dq + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d\gamma$
Vésic (1975)	$\sigma_r = c \cdot N_c \cdot Sc \cdot dc + q \cdot N_q \cdot Sq \cdot dq + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d\gamma$

Fonte: Terzaghi (1943); Hansen (1961); Meyerhof (1963); Vésic (1975).

Em que:

- σ_r : capacidade de carga (kPa);
- c : coesão do solo (kPa);
- q : tensão efetiva na cota de apoio (kPa);
- γ : peso específico do solo (kN/m³);
- B : menor dimensão da fundação (m);
- N_c , N_q e N_γ : fatores de capacidade de carga;
- Sc , Sq e S_γ : fatores de forma;
- dc , dq , $d\gamma$: fatores de profundidade;

A Tabela 2 apresenta os fatores de capacidade de carga e de profundidade utilizados no cálculo da capacidade de carga das fundações, para os métodos teóricos descritos na Tabela 1. Tais fatores foram utilizados nos cálculos automatizados desse estudo.

Tabela 2 - Fatores de capacidade de carga e de profundidade

Autor	Fatores de capacidade de carga	Fatores de profundidade
Terzaghi (1943)	$N_q = \frac{a^2}{a \cos^2(45 + \frac{\phi}{2})}$ $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_\gamma = \frac{2(N_q + 1) \tan \phi}{1 + 0,4 \sin(4\phi)} (*)$ $a = e^{(0,75\pi - \frac{\phi}{2}) \tan \phi}$	-
Hansen (1961)	$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$ $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_\gamma = 1,5(N_q - 1) \tan \phi$	$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$ $dc = 1 + 0,4k, \text{ para } \phi \neq 0$ $dc = 0,4k, \text{ para } \phi = 0$ $d\gamma = 1$ $k = \frac{h}{B}, \text{ para } \frac{h}{B} \leq 1$ $k = \tan^{-1} \left(\frac{h}{B} \right), \text{ para } \frac{h}{B} > 1$

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

Meyerhof (1963)	$Nq = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$ $Nc = (Nq - 1) \cot \phi$ $N\gamma = (Nq - 1) \tan(1,4\phi)$	$dc = 1 + 0,2\sqrt{Kpy} \frac{h}{B}, \text{ para qualquer } \phi$ $dq = d\gamma = 1 + 0,1\sqrt{Kpy} \frac{h}{B}, \text{ para } \phi > 10^\circ$ $dq = d\gamma = 1, \text{ para } \phi = 0$ $Kpy = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$
Vésic (1975)	$Nq = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$ $Nc = (Nq - 1) \cot \phi$ $N\gamma = 2(Nq - 1) \tan \phi$	$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$ $dc = 1 + 0,4k, \text{ para } \phi \neq 0$ $dc = 0,4k, \text{ para } \phi = 0$ $d\gamma = 1$ $k = \frac{h}{B}, \text{ para } \frac{h}{B} \leq 1$ $k = \tan^{-1}(\frac{h}{B}), \text{ para } \frac{h}{B} > 1$

* Fórmula proposta por Coduto (2001)

Fonte: Adaptada de Bowles (1997).

A Tabela 3 descreve as variações dos fatores de forma usados para os métodos analíticos de Terzaghi (1943), Hansen (1961), Meyerhof (1963) e Vésic (1975).

Tabela 3 - Fatores de forma

Autor	Fatores de forma			
Terzaghi (1943)	Formato da sapata	Sc	Sq	Sy
	Quadrada	1,3	1,0	0,8
	Retangular	1,3	1,0	0,6
	Circular	1,1	1,0	0,9
	(**)			
Hansen (1961)	$Sq = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) sen \varnothing$			
	$Sc = 1 + \left(\frac{Nq}{Nc}\right)\left(\frac{B}{L}\right)$, para $\varnothing = 0$			
	$Sc = 0,2\left(\frac{B}{L}\right)$, para $\varnothing = 0$			
	$S\gamma = 1 - 0,4\left(\frac{B}{L}\right) \geq 0,6$			
Meyerhof (1963)	$Sc = 1 + 0,2Kp\left(\frac{B}{L}\right)$, para qualquer $\varnothing$			
	$Sq = S\gamma = 1 + 0,1Kp\left(\frac{B}{L}\right)$, para $\varnothing > 10^\circ$			
	$Sq = S\gamma = 1$, para $\varnothing = 0$			
	$Kp = \tan^2(45 + \frac{\varnothing}{2})$			

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.

	Formato da sapata	Sc	Sq	Sy
Vésic (1975)	Quadrada ou circular	$1 + \left(\frac{Nq}{N\gamma}\right)$	$1 + \tan \phi$	0,6
	Retangular	$1 + \left(\frac{B}{L}\right)\left(\frac{Nq}{Nc}\right)$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right)\tan \phi$	$1 + 0,4\left(\frac{B}{L}\right)$
(***)				

** Adaptado de Terzaghi (1943 apud Albuquerque; Garcia, 2020)

*** Adaptado de Vésic (1975 apud Albuquerque; Garcia, 2020)

Fonte: Adaptada de Bowles (1997).

Por não ser viável estabelecer uma fundamentação teórica para a capacidade de carga de solos fofos ou moles, Terzaghi (1943) propõe que se utilize a mesma fórmula da ruptura geral, procedendo-se a uma redução empírica dos parâmetros de resistência do solo: a coesão (c) e o ângulo de atrito interno (ϕ), conforme as equações 1 e 2.

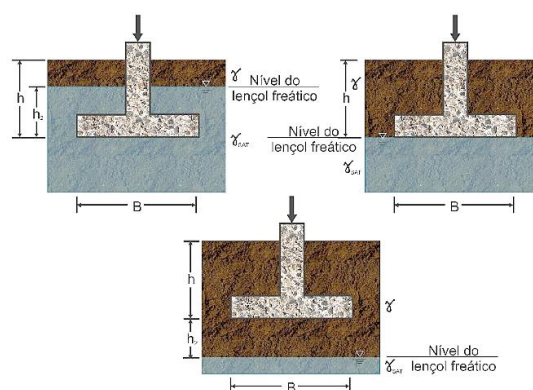
$$c' = \frac{2}{3} c \quad \text{Eq. (1)}$$

$$\tan \phi' = \frac{2}{3} \tan \phi \quad \text{Eq. (2)}$$

2.2.1 Influência do nível de água

A posição do nível d'água em relação à cota de apoio da fundação influencia diretamente o comportamento do solo, pois três condições podem surgir, dependendo da posição do nível do lençol freático em relação à base da fundação (DAS, 2011). A Figura 2 apresenta as três possibilidades: a) O nível do lençol freático acima da base da fundação; b) O nível do lençol freático coincide com a base da fundação; c) O nível do lençol freático abaixo da base da fundação.

Figura 2 - Influência do lençol freático



Fonte: Adaptado de Das (2007 apud Oliveira; Amancio, 2016).

A Tabela 4 descreve as alterações no cálculo da capacidade de carga devido à influência do nível d'água.

Tabela 4 - Pressão efetiva e peso específico de acordo com o N.A.

	Pressão efetiva (q)	Peso específico (γ)
Caso (a)	$q = \gamma \cdot h_1 + (\gamma_{sat} - \gamma_a) \cdot h_2$	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_a$
Caso (b)	-	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_a$
Caso (c)	-	$\gamma_{med} = (\gamma_{sat} - \gamma_a) + \frac{h_2}{B} \cdot (\gamma - \gamma_{sat} + \gamma_a)$

Fonte: Adaptado de Das (2007 apud Oliveira; Amancio, 2016).

2.3 Métodos semiempíricos

Os métodos semiempíricos são aqueles em que os parâmetros de resistência do solo são estimados com base em correlações, e usados em teorias adaptadas da Mecânica dos Solos (TEIXEIRA; GODOY, 1998). No Brasil é comum o emprego de fórmulas semiempíricas com base em ensaios de campo (SPT e CPT) para auxiliar na determinação da tensão admissível (ALBUQUERQUE; GARCIA, 2020). As formulações adotadas nesse estudo são baseadas exclusivamente no SPT (*Standard Penetration Test*), sendo descritas a seguir.

- Terzaghi e Peck (1967) apresentam o cálculo da tensão admissível pela equação 3:

$$\sigma_{adm} = 440 \left(\frac{N_{SPT} - 3}{10} \right) \left(\frac{B + 1}{2B} \right) [\text{kPa}] \quad \text{Eq. (3)}$$

- De Mello (1975) apresenta a tensão admissível de acordo com testes realizados em argilas da cidade de São Paulo, segundo a equação 4:

$$\sigma_{adm} = 100(\sqrt{N_{SPT}} - 1) [\text{kPa}], \text{ para } 4 \leq N_{SPT} \leq 16 \quad \text{Eq. (4)}$$

- Alonso (1983) propôs a tensão admissível para o SPT médio, segundo a equação 5:

$$\sigma_{adm} = \left(\frac{N_{SPT}}{0,05} \right) [\text{kPa}], \text{ para } N_{SPT} \leq 20 \quad \text{Eq. (5)}$$

- Teixeira (1996) apresentou uma proposta aplicável a argilas de baixa a média plasticidade, considerando a utilização de fator de segurança igual a 3, conforme a equação 6:

$$\sigma_{adm} = 20 N_{SPT} [\text{kPa}], \text{ para } 5 \leq N_{SPT} \leq 25 \quad \text{Eq. (6)}$$

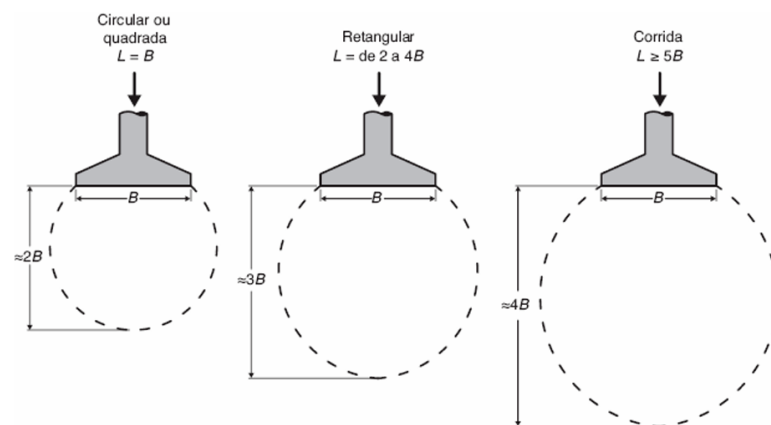
¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.

- Teixeira (1996) também propôs a equação 7 para sapatas apoiadas em areias e fator de segurança igual a 3:

$$\sigma_{adm} = 50 + (10 + 4B)N_{SPT} \text{ [kPa]}, \text{ para } 5 \leq N_{SPT} \leq 25 \quad \text{Eq. (7)}$$

Essas expressões baseiam-se na utilização do valor médio do N_{SPT} , dessa forma, torna-se necessário considerar a geometria da sapata para calcular a extensão do bulbo de tensões. A Figura 3 ilustra a profundidade do bulbo de tensões conforme a geometria da sapata.

Figura 3 - Bulbo de tensões em função do formato da sapata



Fonte: Albuquerque; Garcia (2020).

Para efeitos práticos em fundações, pode-se considerar os bulbos de tensões:

- Sapata circular ou quadrada ($L = B$) : $Z = 2B$
- Sapata retangular ($L = 2 \text{ a } 4B$) : $Z = 3B$
- Sapata corrida ($L \geq 5B$) : $Z = 4B$

O valor da resistência à penetração será o valor médio representativo da camada de apoio, estimado dentro da profundidade do bulbo de tensões das sapatas (TEIXEIRA; GODOY, 1998). Para a determinação da resistência do solo em cotas de assentamento não coincidentes com os níveis de leitura do SPT, adota-se o procedimento de interpolação linear ponderada pelas distâncias verticais, conforme critérios de implementação computacional de métodos semiempíricos (baseados em CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011; ALONSO, 2010; VELLOSO; LOPES, 2010)

O N_{SPT} médio deve ser calculado levando em conta as respectivas espessuras, segundo a equação 8:

$$N_{SPT,médio} = \frac{\sum(N_i \cdot h_i)}{\sum h_i} \quad \text{Eq. (8)}$$

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

Onde N_i representa o N_{SPT} de cada trecho e h_i sua espessura efetiva dentro do bulbo, resultando em um valor representativo da resistência média do solo mobilizada pela fundação.

2.4 Pesquisas relacionadas

Alguns estudos têm empregado planilhas eletrônicas para automatizar o cálculo da capacidade de carga e da tensão admissível em sapatas isoladas, além do dimensionamento geométrico e estrutural. Evangelista (2016) desenvolveu uma rotina computacional voltada ao dimensionamento estrutural; Oliveira e Amancio (2016) e Nascimento Filho (2018) propuseram ferramentas em *Excel* para aplicação e comparação de métodos teóricos, semiempíricos e prova de carga sobre placa, considerando parâmetros geotécnicos usuais definidos pelo usuário; enquanto Portugal *et al.* (2021) incorporaram correlações entre o N_{SPT} e propriedades do solo para estimativa automática da tensão admissível e dimensionamento geométrico. Andrade *et al.* (2023) também desenvolveram planilhas eletrônicas para dimensionamento geométrico e estrutural de uma sapata isolada. Entretanto, tais trabalhos adotam, em geral, valores pontuais de N_{SPT} , sem relacioná-los diretamente à zona efetivamente solicitada pela fundação.

O diferencial do presente estudo consiste na integração automática entre o cálculo do bulbo de tensões e a determinação do N_{SPT} médio, permitindo definir objetivamente a faixa de solo solicitada com base na geometria da sapata, profundidade de assentamento e preenchimento do resultado da sondagem SPT.

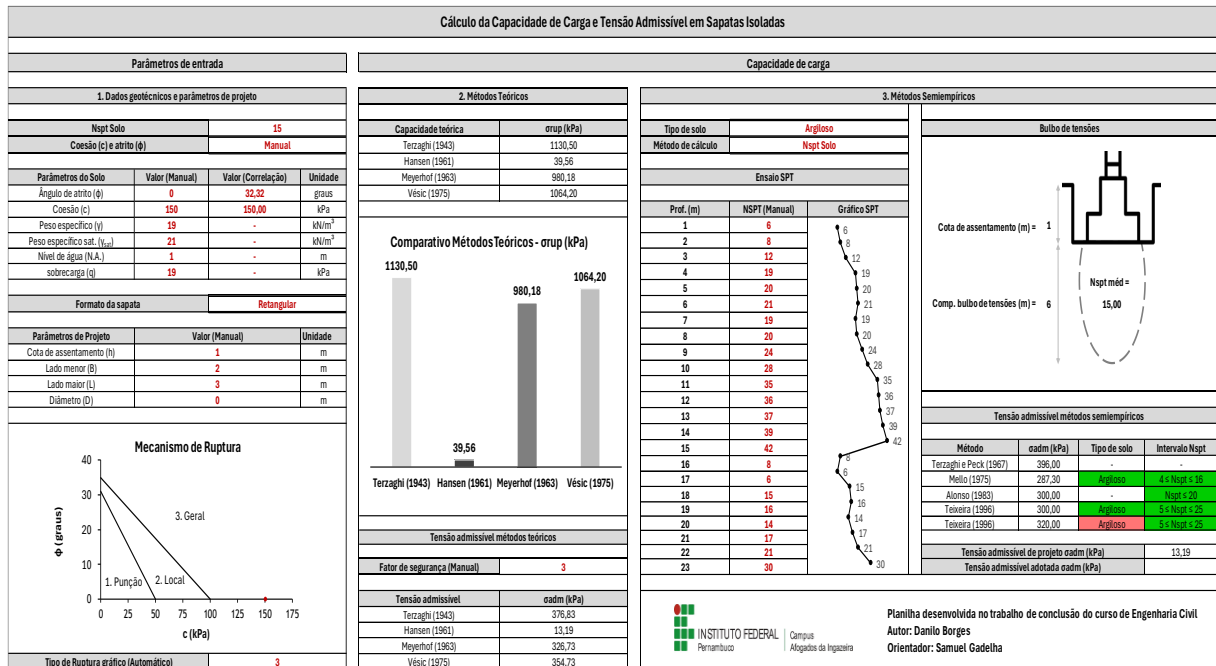
3 METODOLOGIA

A pesquisa possui natureza aplicada, com abordagem computacional e desenvolvimental, uma vez que consistiu na criação de um recurso digital destinado à resolução de problemas práticos, associada a uma etapa experimental comparativa, voltada à verificação dos resultados obtidos na ferramenta com aqueles apresentados em exercícios de fundações da literatura técnica. A planilha foi desenvolvida em ambiente *Microsoft Excel*, programada para automatizar os cálculos de capacidade de carga e tensão admissível de sapatas isoladas.

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico dos principais métodos clássicos aplicados ao cálculo da capacidade de carga de fundações superficiais, com ênfase nas proposições teóricas de Terzaghi (1943), Hansen (1961), Meyerhof (1963) e Vésic (1975). Os métodos semiempíricos considerados foram propostos por Terzaghi e Peck (1967), De Mello (1975) e Teixeira (1996), referentes ao N_{SPT} do solo. A avaliação do bulbo de tensões e a média do N_{SPT} para os resultados da sondagem SPT também foram adotadas. Essa revisão fundamentou a seleção das equações e fatores de cálculo implementados na ferramenta. A Figura 4 exibe a interface gráfica da planilha desenvolvida.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

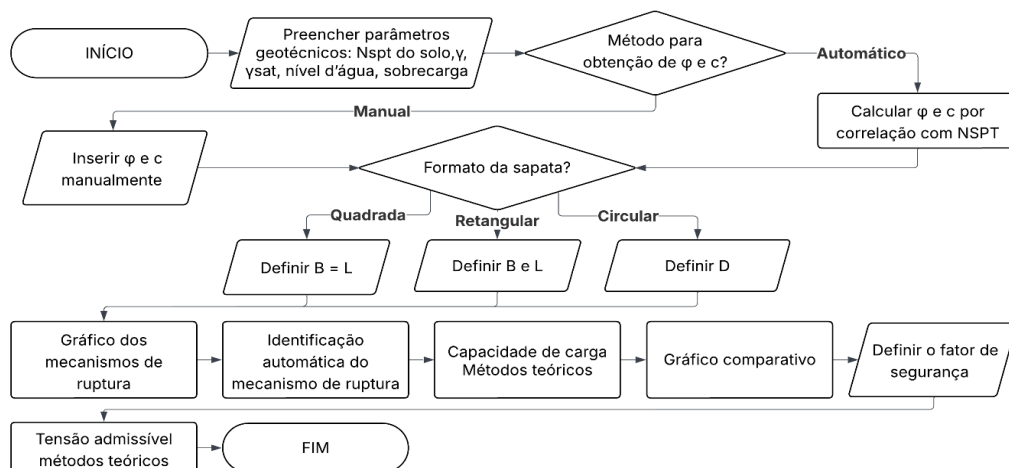
Figura 4 - Interface da planilha



Fonte: Autoria Própria (2025).

A planilha foi estruturada em módulos funcionais interligados, separados em seções específicas, contemplando áreas destinadas à entrada de dados geotécnicos, parâmetros de projeto, processamento dos cálculos e apresentação dos resultados, além de um gráfico para possibilitar a análise visual dos valores obtidos. Essa organização visou facilitar a utilização do sistema, reduzir erros de preenchimento e permitir a rápida verificação de diferentes cenários de projeto. A Figura 5 ilustra um fluxograma que descreve as instruções do funcionamento do modelo para os métodos teóricos e as automatizações desenvolvidas.

Figura 5 - Instruções de uso para os métodos teóricos



Fonte: Autoria Própria (2025).

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
 Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

A automatização do cálculo do ângulo de atrito baseia-se na seleção do menor valor obtido entre as correlações propostas por Godoy (1983) e Teixeira (1996), adotado por representar a condição mais desfavorável de resistência do solo; a coesão é determinada automaticamente por meio da correlação estabelecida por Teixeira e Godoy (1996), fundamentada no índice de resistência à penetração N_{SPT} , conforme as equações 9, 10 e 11.

$$\phi = 28^\circ + 0,4 \cdot N_{SPT} \quad (\text{Godoy, 1983}) \quad \text{Eq. (9)}$$

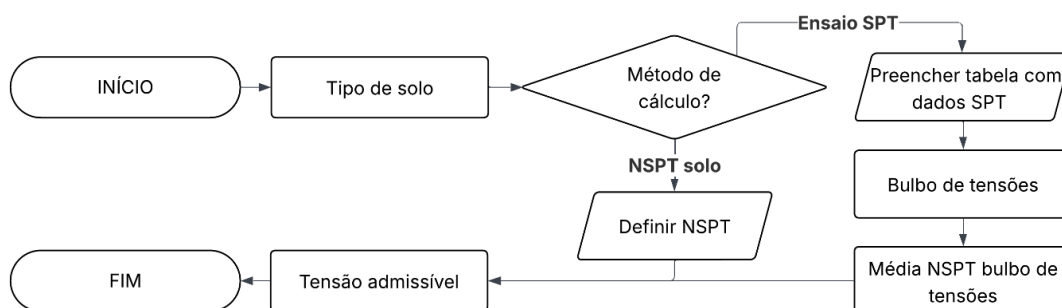
$$\phi = 15^\circ + \sqrt{20 \cdot N_{SPT}} \quad (\text{Teixeira, 1996}) \quad \text{Eq. (10)}$$

$$c = 10 \cdot N_{SPT} \quad (\text{Teixeira; Godoy, 1996}) \quad \text{Eq. (11)}$$

Para a definição do mecanismo de ruptura, adotou-se o critério gráfico clássico para solos do tipo $c - \phi$, descritos por Cintra, Aoki e Albiero (2011), no qual duas retas delimitam as transições entre puncionamento (Modo I), ruptura local (Modo II) e ruptura geral (Modo III). A primeira reta foi definida entre os pontos ($c = 0 \text{ kPa}$; $\phi = 31^\circ$) e ($c = 50 \text{ kPa}$; $\phi = 0^\circ$), resultando em $\phi = 31 - 0,62 \cdot c$, enquanto a segunda foi estabelecida entre ($c = 0 \text{ kPa}$; $\phi = 35^\circ$) e ($c = 100 \text{ kPa}$; $\phi = 0^\circ$), obtendo-se $\phi = 35 - 0,35 \cdot c$. A classificação automática do modo de ruptura foi implementada no excel por meio da expressão “= SE($\phi < 31 - 0,62 \cdot c$; 1; SE($\phi < 35 - 0,35 \cdot c$; 2; 3))”, na qual o ângulo de atrito é comparado às equações limites em função da coesão, permitindo identificar diretamente o mecanismo correspondente para cada condição analisada, conforme os limites apresentados.

As demais automatizações dos métodos teóricos foram implementadas por meio de funções matemáticas, lógicas e condicionais, permitindo o cálculo de todos os fatores necessários às análises, bem como a consideração automática das condições específicas previamente descritas, como a influência do nível d'água. Já para os métodos semiempíricos, a Figura 6 ilustra um fluxograma que mostra o guia detalhado para o uso da planilha.

Figura 6 - Orientação de uso para os métodos semiempíricos



Fonte: Autoria Própria (2025).

A ferramenta analisa a profundidade de influência do bulbo de tensões e determina o valor de N_{SPT} médio correspondente à zona de solo solicitada pela

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

fundação. O cálculo é realizado por meio de um procedimento numérico de integração discreta do perfil de N_{SPT} entre a cota de assentamento da sapata e o limite inferior do bulbo de tensões. O método considera o recorte geométrico das camadas interceptadas nesse intervalo, incluindo frações de espessura nos trechos inicial e final quando a cota de assentamento ou o limite do bulbo não coincidem com níveis de sondagem. O valor médio é então obtido pela razão entre a soma das contribuições ponderadas de cada camada (produto entre espessura efetiva e valor de N_{SPT}) e a espessura total abrangida pelo intervalo analisado.

4 RESULTADOS

Para demonstrar a aplicabilidade da planilha, foram resolvidos três cenários diferentes de exercícios de fundações da literatura técnica, para os métodos teóricos e semiempíricos.

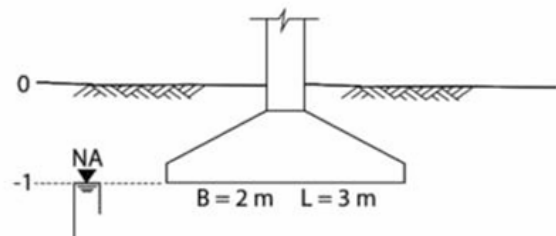
Cenário 1: Diferentes condições de solo – Exercícios Resolvidos 1 (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011).

Nesta etapa, o solo apresenta variações entre as alternativas (a), (b) e (c), resultando em diferentes parâmetros geotécnicos para cada situação. Conforme Cintra, Aoki & Albiero (2011), a estimativa desses parâmetros envolve o uso de tabelas consagradas e detalhes específicos, que servem de base para o cálculo da capacidade de carga. A Figura 7 ilustra o primeiro cenário analisado por meio de um exercício.

Figura 7 - Exercício variação de solo

- 1) Estimar a capacidade de carga de um elemento de fundação por sapata (indicado na figura), com as seguintes condições de solo e valores médios no bulbo de tensões:

- a) argila rija com $N_{spt} = 15$
- b) areia compacta com $N_{spt} = 30$
- c) areia argilosa com $\phi = 25^\circ$ e $c = 50$ kPa (valores não drenados).



Fonte: Cintra; Aoki, Albiero (2011).

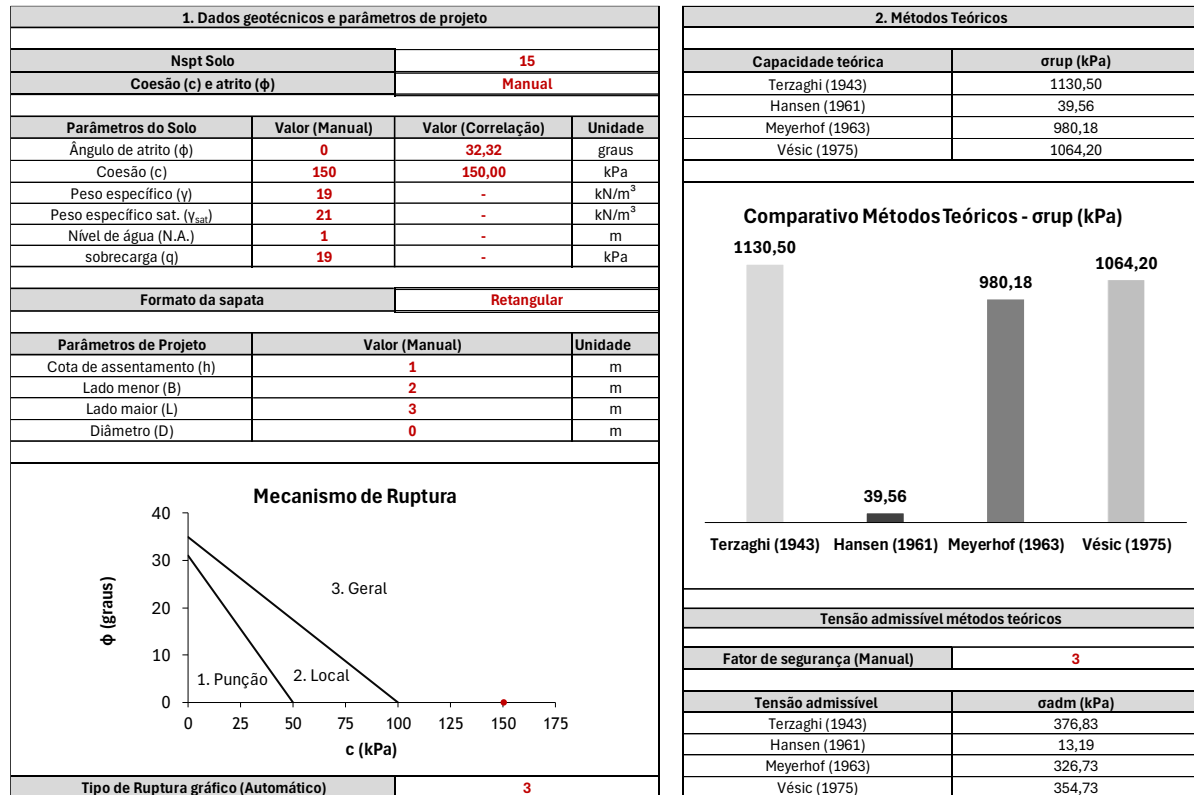
- A alternativa (a) trata-se de uma argila rija com: $N_{SPT} = 15$; $\phi = 0^\circ$; $c = 10 \cdot 15 = 150$ kPa; $\gamma = 19$ kN/m³; $q = 19 \cdot 1 = 19$ kPa.
- A alternativa (b) trata-se uma areia compacta com: $N_{SPT} = 30$; $\phi = 28^\circ + 0,4 \cdot 30 = 40^\circ$; $c = 0$ kPa; $\gamma = 18$ kN/m³; $\gamma_{sat} = 21$ kN/m³; $q = 18 \cdot 1 = 18$ kPa;

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.

- A alternativa (c) trata-se uma areia argilosa com: $\phi = 25^\circ$; $c = 50$ kPa; $\gamma = 18$ kN/m³; $\gamma_{sat} = 21$ kN/m³; $q = 18 \times 1 = 18$ kPa;

Na Figura 8, são exibidos os resultados referentes ao cálculo da capacidade de carga para a situação (a).

Figura 8 - Resultado da alternativa a)



Fonte: Autoria Própria (2025).

No cenário (a), os métodos aplicados produziram valores distintos, refletindo as particularidades de cada abordagem teórica. Para apresentar de forma clara esses resultados iniciais, a Tabela 5 organiza todas as estimativas de capacidade de carga obtidas pela planilha (coluna do meio), servindo de base para as análises posteriores.

Tabela 5 - Resultados cenário 1

Alternativa	Capacidade de Carga (kPa)	Resultado (Cintra, Aoki & Albiero, 2011)
(a)	Terzaghi (1943) = 1130,50	890 kPa
	Hansen (1961) = 39,56	
	Meyerhof (1963) = 980,18	
	Vésic (1975) = 1064,20	
(b)	Terzaghi (1943) = 2531,65	2681 kPa

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

(c)	Hansen (1961) = 2469,05	1727 kPa
	Meyerhof (1963) = 3162,63	
	Vésic (1975) = 2877,42	
	Terzaghi (1943) = 1943,50	
	Hansen (1961) = 2008,47	
	Meyerhof (1963) = 1926,86	
	Vésic (1975) = 2048,14	

Fonte: Autoria Própria (2025).

A comparação entre os valores obtidos pela planilha e aqueles apresentados por Cintra, Aoki & Albiero (2011) mostra variações esperadas decorrentes das diferenças conceituais entre os métodos clássicos de capacidade de carga. As formulações analíticas adotam coeficientes, simplificações e fatores de forma distintos, o que naturalmente gera dispersões mesmo sob as mesmas condições de entrada. Nos três cenários analisados, as diferenças entre a planilha e os valores de referência do livro ficaram tipicamente na faixa de 10% a 25%, com exceção da alternativa (a), na qual o valor estimado pelo método de Hansen (1961) apresentou discrepância significativamente maior, ficando muito abaixo do resultado obtido pelas demais formulações. A discrepância ocorre porque o método de Hansen (1961) é muito sensível ao ângulo de atrito, e no exercício foi adotado $\phi = 0^\circ$, reduzindo significativamente os fatores de capacidade de carga. Com pequenas variações de atrito, os resultados se aproximam dos demais métodos, indicando uma possível limitação do método para solos com atrito nulo.

Além disso, parte dessa discrepância decorre dos fatores considerados (ou não) em cada abordagem. No livro, por exemplo, o fator de profundidade não foi aplicado em nenhuma das soluções, enquanto nas formulações completas esse termo pode aumentar sensivelmente a contribuição. Há também diferenças intrínsecas nas expressões utilizadas para N_c , N_q e N_γ , que variam entre os autores e podem alterar o resultado dependendo do método. Assim, as diferenças observadas, inclusive o valor reduzido de Hansen no caso (a), são coerentes com as particularidades matemáticas e conceituais de cada modelo clássico de capacidade de carga.

Cenário 2: Cálculo do N_{SPT} médio e tensão admissível – Exercícios Resolvidos 10 (ALBUQUERQUE; GARCIA, 2020).

Neste cenário, Albuquerque & Garcia (2020) apresentam de forma integrada os resultados de um ensaio SPT, juntamente com as características geométricas da fundação e a respectiva cota de assentamento, a fim de determinar o valor médio do N_{SPT} no trecho de influência. A partir dessa organização de dados, os autores aplicam métodos semiempíricos consagrados para a estimativa da tensão admissível, evidenciando a relação direta entre o perfil geotécnico e a capacidade de suporte da fundação.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

Para contextualizar essas informações, a Figura 9 reúne o ensaio e os principais elementos utilizados no cálculo, servindo como referência para as análises subsequentes.

Figura 9 - Exercício N_{SPT} médio

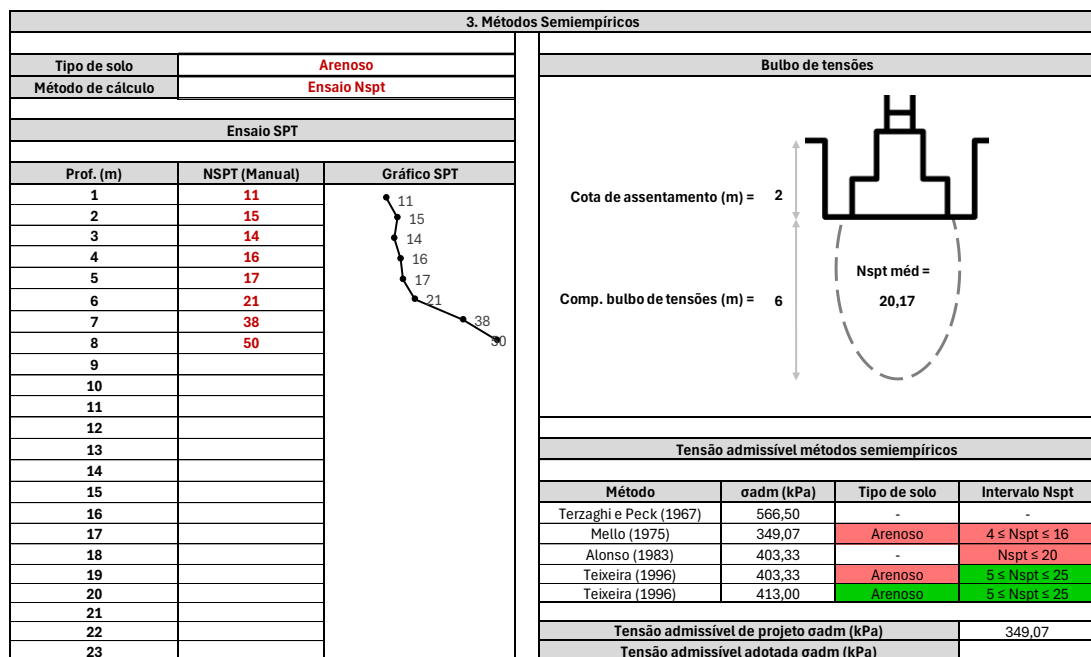
- 10) Para uma sapata de dimensões $2\text{ m} \times 3\text{ m}$, apoiada na cota -2 m conforme perfil de subsolo abaixo, calcular a tensão admissível utilizando as correlações desenvolvidas para resultados do ensaio SPT.



Fonte: Albuquerque & Garcia (2020).

Com base nos parâmetros, elaborou-se a solução do exercício, que é apresentada graficamente na Figura 10.

Figura 10 - Resultados N_{SPT} médio e tensão admissível



Fonte: Autoria Própria (2025).

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

No exercício de Albuquerque & Garcia (2020), o bulbo de tensões é considerado até a profundidade de $2B$, o que para a sapata de menor lado $B = 2$ m resulta em $Z = 4$ m. Dentro desse intervalo, o autor determina o valor médio $N_{SPT} = 16,5$. Na planilha desenvolvida neste trabalho, adotou-se a profundidade de influência igual a $3B$, conforme recomendações usuais da literatura para sapatas retangulares.

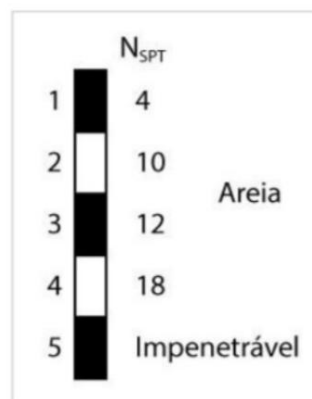
Assim, para a mesma fundação, considera-se $Z = 6$ m, incorporando camadas mais profundas e compactas do perfil. Com isso, a planilha obteve $N_{SPT} = 20,17$. A diferença entre os valores decorre do fato de que o autor do exercício utiliza uma aproximação mais conservadora ($Z = 2B$), enquanto a planilha aplica um critério ajustado à geometria da sapata, resultando em um valor de N_{SPT} médio mais elevado.

Verifica-se que as tensões admissíveis calculadas a partir do N_{SPT} médio não atendem integralmente às condições de aplicabilidade estabelecidas pelos respectivos autores, seja quanto ao tipo de solo ou ao intervalo válido de N_{SPT} , sendo estes identificados como não conformes (cor vermelho). Por outro lado, os valores obtidos pelos métodos cujas hipóteses são compatíveis com o solo arenoso e com o intervalo analisado apresentaram tensões admissíveis próximas, da ordem de 566,50 kPa para Terzaghi e Peck (1967) e 413 kPa para Teixeira (1996), indicando coerência entre as metodologias aplicáveis.

Cenário 3: Cálculo do N_{SPT} médio e tensão admissível – Exercício de aula professor Samuel Gadelha Guimarães (2025).

Nesta etapa, o exercício elaborado para a aula de fundações no curso de Engenharia Civil do IFPE propõe o cálculo do N_{SPT} médio e a tensão admissível pelos métodos semiempíricos a partir do perfil geotécnico do ensaio SPT. A sapata é retangular de 1,0 m x 1,5 m assentada a 1,5 metros de profundidade. A Figura 11 apresenta o perfil geotécnico.

Figura 11 - Sondagem SPT do exercício



Fonte: Autoria Própria (2025).

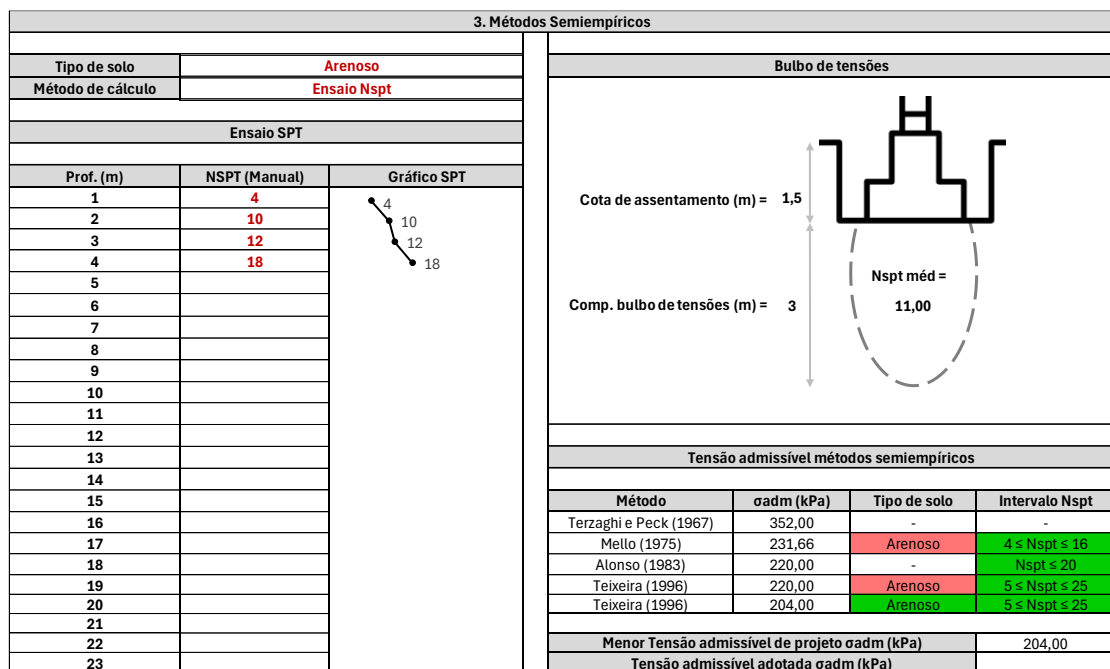
¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

Para facilitar a análise, o cálculo do N_{SPT} médio foi feito manualmente por média ponderada, resultando em:

$$N_{SPT,médio} = \frac{(4 * 0,5 + 10 * 1 + 12 * 1 + 0,5 * 18)}{3} = 11$$

A Figura 12 demonstra esse cálculo automático feito na planilha desenvolvida no estudo, assim como a tensão admissível para os métodos semiempíricos.

Figura 12 - NSPT médio por média ponderada e tensão admissível



Fonte: Autoria Própria (2025).

A ferramenta apresentou elevada precisão no cálculo automático do N_{SPT} , uma vez que o valor obtido pela integração ponderada do perfil, $N_{SPT} = 11$, coincidiu exatamente com o valor determinado manualmente para o mesmo intervalo de profundidade. Isso evidencia a consistência do algoritmo de média ponderada implementado, que reproduz fielmente o procedimento tradicional adotado em estudos geotécnicos.

Em relação às tensões admissíveis, os métodos semiempíricos aplicados retornaram valores compatíveis com o intervalo de N_{SPT} do solo arenoso analisado, destacando-se apenas os métodos cujos limites de aplicabilidade foram atendidos e produziram resultados válidos, o de Terzaghi e Peck (1967) para um valor de 352 kPa e o de Teixeira (1996) com 204 kPa de tensão admissível. Dessa forma, a tensão admissível reflete não apenas o cálculo automático da planilha, mas também o atendimento aos critérios de validade de cada método.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A planilha desenvolvida atingiu o objetivo proposto, integrando métodos teóricos clássicos e formulações semiempíricas baseadas no SPT para o cálculo da capacidade de carga de sapatas isoladas. A ferramenta automatiza procedimentos rotineiros, reduz a chance de erro e aproxima a prática de projeto reais, mantendo flexibilidade para diferentes escolhas de parâmetros. Além disso, também contribui para o processo de ensino-aprendizagem, ao superar a abordagem tradicional centrada exclusivamente em cálculos manuais e incorporar, de forma efetiva, o uso de recursos computacionais na formação dos futuros profissionais.

A aplicação a três cenários da literatura mostrou consistência e robustez: no Cenário 1 a planilha replicou as tendências esperadas entre os métodos teóricos, com discrepâncias tipicamente entre 10% e 25% decorrentes das diferenças intrínsecas nas formulações; no Cenário 2 evidenciou-se o efeito da definição do bulbo ($Z = 2B$ no exemplo do autor versus $Z = 3B$ adotado na planilha), que elevou o N_{SPT} médio de 16,5 para 20,17 ao incluir camadas mais profundas; no Cenário 3 a rotina automática de média ponderada do N_{SPT} apresentou precisão comprovada ao coincidir exatamente com o cálculo manual ($N_{SPT} = 11$), e as tensões admissíveis calculadas respeitaram os critérios de aplicabilidade dos métodos semiempíricos.

Conclui-se que a planilha constitui uma ferramenta eficaz para estudos e projetos de fundações rasas, ao padronizar cálculos, acelerar análises e fornecer resultados tecnicamente justificáveis. Recomenda-se, contudo, atenção à escolha de parâmetros e validação pontual por comparações manuais quando aplicável, antes de sua utilização em projetos de maior criticidade.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ALBUQUERQUE, Paulo José Rocha de; GARCIA, Jean Rodrigo. **Engenharia de fundações**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercícios de fundações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercícios de fundações**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2010.

ANDRADE, J. L. V.; BELLO, M. I. M. da C. V.; SILVA, J. P. da. Desenvolvimento de planilhas eletrônicas para dimensionamento geométrico e estrutural de uma fundação superficial por sapatas. **Revista Principia**, [S. l.], v. 60, n. 1, p. 262–287, 2023. DOI: 10.18265/1517-0306a2021id5954. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/5954>. Acesso em: 3 dez. 2025.

BOWLES, J. E. **Foundation analysis and design**. 5th ed. Singapore: McGraw-Hill, 1997.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique. **Fundações diretas: projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

CODUTO, D. P. **Foundation design: principles and practices**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

DAS, Braja M. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. Tradução de EZ2 Translate. Revisão técnica de Leonardo R. Miranda. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

DE MELLO, V. F. B. Deformações como base fundamental de escolha da fundação. **Geotecnia**, n. 12, p. 55–75, 1975.

EVANGELISTA, D. B. **Rotina computacional para dimensionamento de sapata rígida isolada**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2016. Disponível em: <http://ulbra-to.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/477>. Acesso em: 4 dez. 2025.

HANSEN, J. Brinch. **A general formula for bearing capacity**. Copenhagen: Danish Geotechnical Institute, 1961. (Bulletin, n. 11).

MEYERHOF, G. G. Some recent research on the bearing capacity of foundations. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 1, n. 1, p. 16–22, 1963.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE. Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.

NASCIMENTO FILHO, E. F. **Automatização do cálculo da capacidade de carga e da tensão admissível do solo para dimensionamento de sapatas isoladas**. 2018. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

OLIVEIRA, Bruna Leal Melo de; AMANCIO, Luciana Barbosa. Otimização do cálculo da capacidade de carga e tensão admissível do solo para sapatas isoladas. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 12, n. 2, 2016. DOI: 10.5216/reec.v12i2.38794. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/38794>. Acesso em: 30 nov. 2025.

PORTUGAL, A. C. M.; PINHO, B. B. A.; CARVALHO, M. B. Estimativa da tensão admissível do solo e dimensionamento geométrico de sapatas isoladas e corridas com uso do Excel. **Revista Teccen**, v. 14, n. 1, p. 19–27, 2021.

TEIXEIRA, A. H. Análise, projeto e execução de fundações. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA – PROJETO, 3., 1996, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABNT: ABMS, 1996.

TEIXEIRA, A. H.; GODOY, N. S. de. Análise, projeto e execução de fundações rasas. In: HACHICH, W.; FALCONI, F. F.; SAES, J. L. et al. (org.). **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: PINI, 1998. p. 751.

TERZAGHI, Karl. **Theoretical soil mechanics**. New York: John Wiley & Sons, 1943.

TERZAGHI, Karl; PECK, Ralph B. **Soil mechanics in engineering practice**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1967.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VÉSIC, A. S. Bearing capacity of shallow foundations. In: WINTERKORN, H. F.; FANG, H. Y. (ed.). **Foundation engineering handbook**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1975.

¹ Aluno do curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE - Campus Afogados da Ingazeira – PE.
Afogados da Ingazeira, 18 de dezembro de 2025.