

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

GUSTAVO PALHARES ALVES

**PROJETO DE CONTENÇÃO DE VALA EM PERFIS DE AÇO COM
PRANCHAS DE MADEIRA**

**Ilha Solteira
2023**

GUSTAVO PALHARES ALVES

**PROJETO DE CONTENÇÃO DE VALA EM PERFIS DE AÇO COM
PRANCHAS DE MADEIRA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira – Unesp
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador

Prof.º Dr. Artur Pantoja Marques

Ilha Solteira
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A474p Alves, Gustavo Palhares.
Projeto de contenção de vala em perfis de aço com pranchas de madeira /
Gustavo Palhares Alves. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
59 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Artur Pantoja Marques

Inclui bibliografia

1. Solo. 2. Escavação. 3. Empuxo de solo. 4. Estabilidade de contenção .

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

Gustavo Palhares Alves

**PROJETO DE CONTENÇÃO DE VALA EM PERFIS DE AÇO COM
PRANCHAS DE MADEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto
ao Curso de Graduação em Engenharia
Civil, da Faculdade de Engenharia da
Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Câmpus de Ilha Solteira.

Aprovado em 06/06/2023

Comissão Examinadora


Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP/FE - Ilha Solteira (Orientador)


Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcântara
UNESP/FE Ilha Solteira (Examinador)


Profa. Dra. Claudia Scoton Antonio Marques
UNIFUNEC/Santa Fé do Sul (Examinadora)

Ilha Solteira
06 de junho de 2023

RESUMO

As cortinas enterradas são estruturas de contenção que se caracterizam por terem parte do seu comprimento enterrado no solo. Essa parte enterrada é denominada ficha, e é responsável pelos empuxos passivos e por suportar os empuxos ativos provenientes do solo. Quando a ficha não apresenta dimensões suficientes, faz-se necessário a utilização de um ou mais apoios para atingir o equilíbrio de forças e de momentos na estrutura. Assim, o objetivo deste trabalho foi mostrar como implantar uma contenção de vala em perfis de aço, com pranchas de madeira. Para atingir o objetivo este trabalho adotou um projeto fictício, a fim de dimensionar e especificar a vala de contenção. Desse modo foram estudados e analisados diversos métodos e estruturas usadas nas cortinas enterradas, os quais tem como referência a área, profundidade da ficha, as dimensões da vala escavada e as características, tanto geológicas como geotécnicas, do local onde o projeto será implementado. Por fim, concluiu-se que o tipo de cortina que deveria ser implementada no projeto adotado e de acordo com os dados fornecidos pelo Anexo A era a cortina do método *“Fixed Earth Support”* com apenas um nível de apoio. Devido ao fato de que a cortina em balanço não deveria ser utilizada em contenções com desníveis superiores a 5 metros, por questão de segurança e custo-benefício.

Palavras-chave: Solo, escavação, empuxo de solo, estabilidade de contenção.

ABSTRACT

Buried curtains are containment structures characterized by having part of their length buried in the ground. This buried part is called a plug and is responsible for passive thrusts and for supporting active thrusts from the soil. When the plug does not have sufficient dimensions, it becomes necessary to use one or more supports to achieve the equilibrium of forces and moments in the structure. Thus, the objective of this work was to show how to implement a trench shoring system using steel profiles and wooden planks. To achieve this objective, a fictional project was adopted to dimension and specify the shoring trench. In this way, various methods and structures used in buried curtains were studied and analyzed, taking into account the area, plug depth, dimensions of the excavated trench, and the geological and geotechnical characteristics of the site where the project will be implemented. Finally, it was concluded that the type of curtain that should be implemented in the adopted project, according to the data provided in Annex A, was the "Fixed Earth Support" method with only one level of support. This is due to the fact that the cantilever curtain should not be used in containments with height differences exceeding 5 meters, for safety and cost-effectiveness reasons.

Key-words: Soil, excavation, lateral earth pressure, earth structures stability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Princípios para o projeto de paredes em balanço.....	15
Figura 2 –	Hipóteses de projeto para paredes em balanço.	16
Figura 3 –	Esboço ilustrando o sistema de contenção com um nível de escoramento e suas principais falhas.....	18
Figura 4 –	Cortina com um apoio: a) Livre (Free Earth Support); e b) Fixo (Fixed Earth Support).	19
Figura 5 –	Distribuição de tensões e esforços na cortina - Free Earth Support, mostrando equações para o cálculo das tensões em cada região do perfil.	21
Figura 6 –	Diagrama de resultante das tensões e esforços na cortina para o método Free Earth Support.	22
Figura 7 –	Esquema para o cálculo de estacas-prancha ancoradas pelo método “Fixed Earth Support”.	24
Figura 8 –	Cortina com um nível de apoio – Fixed Earth Support: a) linha elástica; b) distribuição de momentos; c) distribuição de empuxos.	25
Figura 9 –	a) Diagrama de momento; e b) diagrama de tensões conforme método da viga equivalente de Blum.....	27
Figura 10 –	Relação teórica entre K_a e a distância x/H , sendo H a altura da cortina.	28
Figura 11 –	Bate-estacas cravando perfis metálicos.	31
Figura 12 –	Prancheamento de madeira por trás dos perfis metálicos.	32
Figura 13 –	Corte transversal de uma cortina prancha, possibilitando ver o espaçamento entre os perfis metálicos cravados.	32
Figura 14 –	Especificações para o projeto de contenção: a) planta do terreno; b) perfil do corte; e c) dados do solo.	35
Figura 15 –	a) Diagrama de tensões resultantes; b) diagrama ilustrando as tensões e o posicionamento das forças usadas nos cálculos.	39
Figura 16 –	a) Diagrama de tensões resultantes, e b) disposição das forças para calcular a corte; e c) disposição das forças para calcular o momento fletor máximo.	41

Figura 17 – a) Diagrama de tensões resultantes para o método Fixed Earth Support, e b) digrama de tensões para as barras isostáticas conforme Blum, ilustrando o posicionamento das forças usadas nos cálculos. 43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS DE CÁLCULO	11
2.2	MÉTODOS EMPÍRICOS	12
2.3	MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS.....	13
2.3.1	Contenção em Balanço	14
2.3.2	Contenção com Um Nível de Escoramento	17
2.3.2.1	<i>Método “Free Earth Support”(método da ficha mínima para 1 nível de escoramento).....</i>	<i>20</i>
2.3.2.2	<i>Método “Fixed Earth Support” (método da ficha maior que a mínima para 1 nível de escoramento).....</i>	<i>23</i>
2.3.2.2.1	Método da linha elástica.....	24
2.3.2.2.2	Método da Viga Equivalente (BLUM, 1931).....	26
2.4	MÉTODO DE EXECUÇÃO DAS CORTINAS DE CONTENÇÃO	29
2.4.1	Cravação dos perfis metálicos.....	29
2.4.2	Sistema tradicional de vedação entre os perfis	31
2.5	COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA TRADICIONAL E O PRÉ- MOLDADO DE CONCRETO	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4	RESULTADOS.....	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXO A – ÁREA A SER PROJETADA A CONTENÇÃO E PERFIL DE SONDAGEM DISPONIBILIZADO PELO ORIENTADOR.	51
	ANEXO B– CATALOGO DOS PERFIS METÁLICOS DA GERDAU. 53	
	ANEXO C– LAYOUT POSICIONAMENTO DOS PERFIS METÁLICOS NO TERRENO.....	55
	ANEXO D– CORTE MOSTRANDO O COMPRIMENTO DO PERFIL METÁLICO DA CORTINA DE CONTENÇÃO.....	56

ANEXO E-.CORTE TRANSVERSAL DA CORTINA PRANCHA POSSIBILITANDO VER O ESPAÇAMENTO ENTRE OS PERFIS METÁLICOS CRAVADOS.....	57
---	-----------

1. INTRODUÇÃO

Na engenharia civil existem um grupo de obras responsável por garantir ou reestabelecer a estabilidade dos maciços de solo que tiveram suas condições naturais de equilíbrio alteradas. Esse grupo é conhecido como estruturas de contenção, e são projetadas para suportar os carregamentos horizontais que o solo faz sobre elas, bem como as sobrecargas atuantes no maciço contido e os empuxos exercido pela água.

As estruturas de contenção são utilizadas pela humanidade a milhares de anos. Essa área da engenharia foi evoluindo com o tempo, passando por estruturas massivas construídas com blocos de pedra encaixados ou assentados com argamassa, as quais continham apenas pequenas alturas de aterros, até chegar aos dias de hoje com os mais diversos tipos de contenção, como: solos grampeados; muros de arrimo por gravidade e por flexão; gabiões; cortinas enterradas e atirantadas; entre outros. Ressalta-se que alguns desses tipos de estruturas são capazes de suportar grandes alturas de aterro.

Com o crescimento contínuo das grandes cidades e o aumento da densidade demográfica nos grandes centros urbanos é necessário a otimização dos espaços. Torna-se, então, cada vez mais comum a verticalização dos edifícios, tanto para cima como para o subsolo. Outra medida de aproveitamento de espaço é o estreitamento cada vez maior das divisas dos terrenos. Assim, as estruturas de cortinas enterradas, elas ancoradas ou não, se tornam cada vez mais populares.

Na execução de obras no subsolo em regiões com alta densidade populacional é muito importante que se tome todas precauções com os projetos de contenção para garantir a segurança dos prestadores de serviços, das estruturas vizinhas e da própria estrutura. Neste contexto estudou-se neste trabalho os cálculos e a execução da estrutura de contenção de cortinas enterradas, usando estacas de perfis de aço e pranchas de madeira. Para a implantação da estrutura, determinou-se qual tipo de cortina de contenção embutida seria mais seguro e economicamente viável, de acordo com os dados disponíveis para o local de implementação. Todo o estudo foi desenvolvido considerando uma contenção implementada em um terreno com dimensões e perfil de sondagem de solo, conforme descrito no anexo A.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Dimensionar e mostrar como implantar uma contenção de vala em perfis de aço, com pranchas de madeira.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Apresentar uma breve descrição do método executivo de contenção em perfis metálicos com prancha de madeira;
- Determinar o comprimento da ficha, que garanta o engastamento da estrutura de contenção no solo;
- Calcular e detalhar a contenção em perfis metálicos com pranchas de madeira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Introdução aos métodos de cálculo

Marzionna (1979) e Guerra (1982) afirmam que os métodos utilizados para estudar os esforços solicitantes que surgem na parede de contenção são conhecidos como “Métodos Empíricos”; “Semi-empíricos” e “Analíticos” – o que é denominado de “Cálculo Evolutivo”.

Como exemplo de método empírico cita-se a metodologia de cálculo da envoltória aparente de tensões. Como exemplo de método semi-empírico tem-se a viga contínua. Por fim, como exemplo de método analítico têm-se os unidimensionais baseados no modelo de *Winkler* e os bidimensionais, tais como: o método dos elementos finitos, o método das diferenças finitas e o método dos elementos de contorno.

Para fins de cálculo, sem conflitar com a classificação dos métodos citados acima, as paredes de contenção podem ser divididas em:

- a) Cortinas em balanço;
- b) Cortinas com um único nível de escoramento (*Free Earth Support* ou *Fixed Earth Support*);
- c) Cortinas com dois ou mais níveis de escoramento.

Para as paredes em balanço e com um único nível de escoramento, o estado de tensão no qual o solo se encontra contido é tal que a condição limite de plastificação é atingida. Sendo assim, o dimensionamento é realizado adotando-se as tensões advindas da teoria de Rankine. Normalmente, considera-se que toda a massa de solo é capaz de atingir os limites de plastificação referidos, tanto ativo como passivo. No entanto, quando se tem paredes de dois ou mais níveis de apoios, o estado ativo não é totalmente mobilizado no solo contido, tampouco o passivo do lado interno da vala, fazendo-se necessário a utilização de outras hipóteses (TACITANO, 2006).

Os métodos de cálculo empírico, semi-empírico e analítico são adequados, cada um, para um tipo de aplicação específica. Normalmente, os métodos empíricos são aplicados às paredes com dois ou mais escoramentos. Os semi-empíricos, denominados de método de Blum, “*Free Earth Support*” e “*Fixed Earth Support*”, são mais utilizados em paredes em balanço e com apenas

um nível de escoramento. Por fim, os Métodos Analíticos, além de serem mais robustos que os anteriores, podem ser aplicados indistintamente a todas as situações, por exemplo, em contenções sem ou com um ou vários níveis de escoramentos. Cabe esclarecer que os Métodos Analíticos são mais precisos, em função do menor número de hipóteses simplificadoras.

O surgimento dos métodos numéricos, ou métodos analíticos, deu-se com o advento dos computadores. Esses métodos permitiram levar em consideração as características de deformidade dos maciços de terra e das contenções, possibilitando realizar cálculos de interação entre os maciços e as estruturas, como os baseados no conceito de “Módulos ou Coeficientes de Reação” (Modelo de *Winkler*) e o “Método dos Elementos Finitos”. Para que esses métodos possam descrever as leis de interação entre o solo e a estrutura é necessário que haja uma descrição dos maciços de terra através de propriedades geomecânicas.

Devido as dificuldades de se obter tais propriedades geomecânicas, há a necessidade de realizações de ensaios mais sofisticados, além de se fazer necessário conferir os resultados através de medidas de deformações, deslocamentos e esforços em estruturas reais.

Para aplicações dos métodos numéricos deve-se considerar em estruturas como paredes-diafragmas, que são estruturas mais rígidas, que pequenas deformações podem derivar de esforços massivos, além disso, pequenas variações nas propriedades do solo são capazes de acarretar variações acentuadas nos resultados. Como esses métodos apenas permitem fazer cálculos de verificação do dimensionamento, é necessário que se faça um pré-dimensionamento, que via de regra é calculado a partir do uso dos métodos clássicos.

2.2 Métodos Empíricos

Sobre os métodos empíricos é necessário fazer duas observações. A primeira é que diversos autores têm utilizado este método para dimensionar paredes-diafragma, apesar de que, os valores obtidos inicialmente foram medidos a partir de paredes formadas por estacas com pranchões. Isto pelo fato

de ter se constatado via experimentos que a rigidez do escoramento deriva não somente da rigidez da estrutura de contenção, mas também da geometria da escavação, do método construtivo e do solo contido, ou seja, as paredes-diafragma não são consideradas necessariamente rígidas. Logo, constata-se que a aplicação desse método é viável também para paredes-diafragma, o que, inclusive já tem sido feito por alguns autores como Cunnigham e Carpenter e Goldbeg et al. A segunda observação é que, apesar desses métodos não terem um fundamento teórico que permita fazer generalizações, suas aplicações podem ser consideradas válidas devido a simplicidade dos mesmos, especialmente quando levado em consideração o pré-dimensionamento. (TACITANO, 2006).

A junção desses métodos com análises através de métodos mais aprimorados pode ter grandes aplicações. Isso possibilita que sejam desenvolvidos métodos de cálculo mais simples e que não leve a resultados demasiadamente conservadores. No entanto, deve lembrar-se que o campo de uso é restrito à região estudada. O método da Envoltória Aparente de Tensões, que é baseado em medições experimentais, proposto por Terzaghi e Peck (1967) e aprimorado por Guerra em (1982) é o mais frequentemente utilizado.

2.3 Métodos Semi-Empíricos

Os métodos semi-empíricos têm como característica o fato de que se assumem diagramas de carregamentos impostos, concebendo, por conseguinte o formato e dimensão dos deslocamentos que a estrutura sofrerá. Diferentemente dos métodos empíricos, estes carregamentos não são obtidos de experimentos e sim de considerações teóricas simplificadas (TACITANO, 2006).

Uma dessas considerações é que as diversas etapas da escavação são calculadas com muitas hipóteses de vinculação da parede; no entanto, não se leva em consideração os deslocamentos e esforços ocorridos nas etapas anteriores, portanto, não são considerados métodos evolutivos (TACITANO, 2006).

Quando esses métodos são utilizados, depois de feito o cálculo do escoramento, teoricamente seria necessário a verificação dos deslocamentos a fim de verificar se são capazes de mobilizar os empuxos adotados. No entanto, muitas vezes essas verificações não são feitas, isso se dá pelo fato de sua confiabilidade ser duvidosa. Pelo fato de não levarem em conta as deformações, estes métodos não descrevem com exatidão o comportamento do sistema de contenção, e também levam a resultados que normalmente são considerados conservadores. No entanto, não são tão simples quanto os métodos empíricos (TACITANO, 2006).

No Brasil os métodos de cálculo mais conhecidos do grupo semi-empíricos são os seguintes:

- Método de Blum com ficha mínima ou maior que a mínima;
- Método da Ficha Mínima para um Nível de Escoramento, conhecido também como Método “*Free-Earth Support*”;
- Método da Ficha Maior que a Mínima para um Nível de Escoramento, conhecido também como Método “*Fixed-Earth Support*”.

2.3.1 Contenção em Balanço

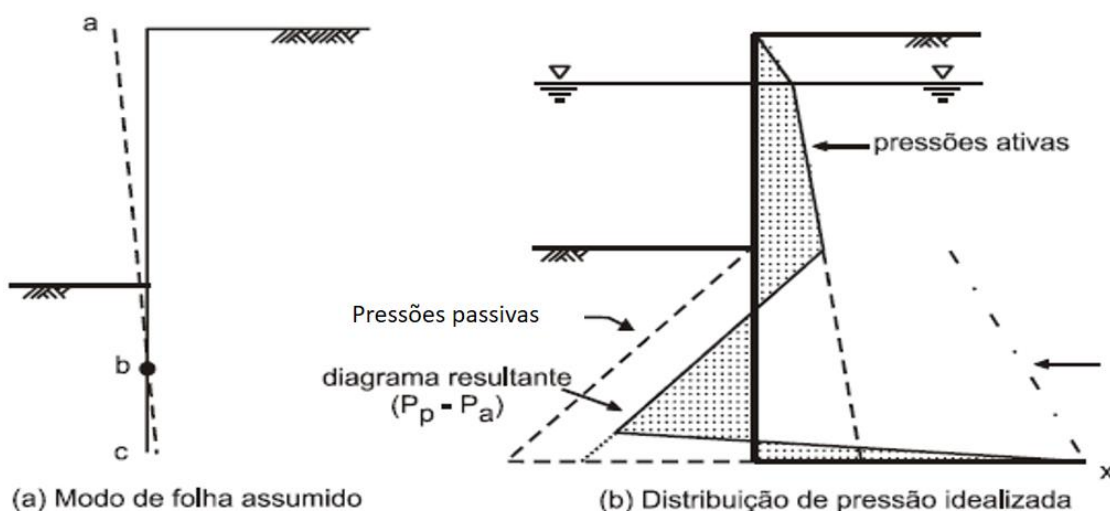
O Método de Blum é o método mais empregado para ficha mínima. Para casos em que a ficha é maior do que a mínima, também existe um método que recebe o nome de Blum, porém é mais trabalhoso e mais elaborado (CLAYTON *et al*, 1993). Normalmente, as paredes em balanço são mais apropriadas para alturas de contenção menores que 4,5 metros e para solos os quais a ficha vai penetrar com elevado ângulo de atrito interno (ϕ), por exemplo, areias e pedregulhos. A profundidade da ficha se torna antieconômica quando houver argila abaixo do nível da escavação e existir um grande desnível no nível d'água. Para estes casos Gerscovich, Danziger e Saramago (2016) descrevem como podem ser utilizadas as cortinas em balanço:

Cortinas trabalhando em balanço podem ser utilizadas em casos de escavações de pequena profundidade ou em etapas iniciais de uma escavação profunda. Conceitualmente, admite-se que a cortina sofra uma rotação sob o efeito do empuxo ativo que atua no seu trecho livre, como mostra a Fig. 3.4. Essa rotação desperta o empuxo passivo à frente do trecho enterrado até o ponto de rotação. Abaixo desse ponto,

as condições de empuxo se invertem. Com base nessas premissas, estabelece-se o diagrama resultante de empuxos ativo e passivo. (Gerscovich, Danziger e Saramago, 2016, p.42)

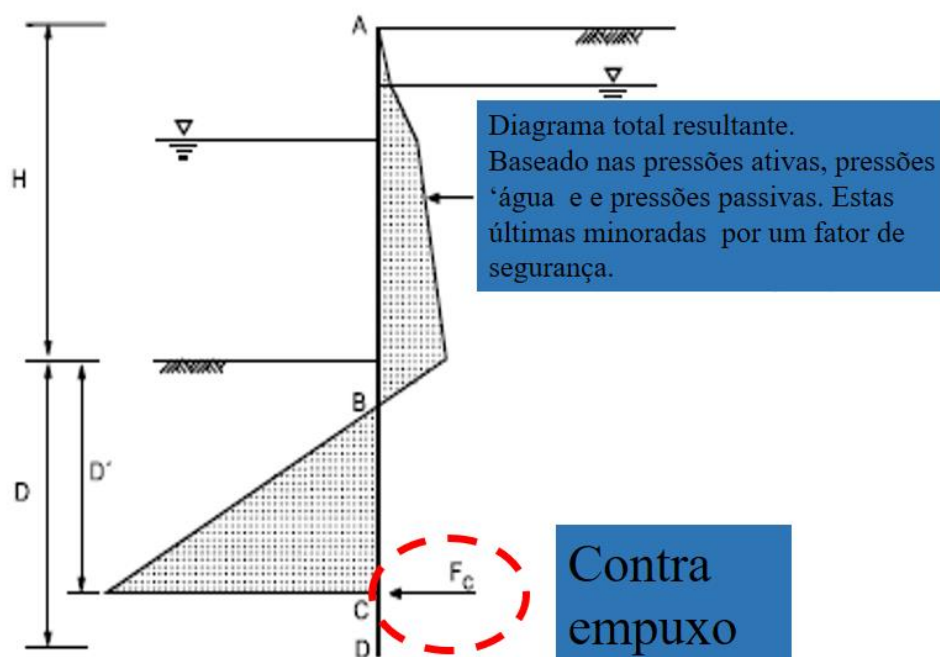
Os mesmos autores afirmaram ainda que a cortina em balanço possa ser dimensionada pelo comprimento do seu trecho enterrado, o qual é chamado de “ficha”. A “ficha” é de extrema necessidade para que a estrutura de contenção tenha estabilidade. No Método Blum, durante a etapa de projeto, a parede é classificada como “rígida” e rotacionando em torno do ponto b, como ilustrado na Figura 1a, que ilustra os princípios para o projeto de paredes em balanço no modo de “folha assumido”. Nesta figura o ponto b é o ponto de rotação e os pontos a e c são os extremos da parede. Na Figura 1b ilustra a distribuição de pressão idealizada para um projeto de paredes em balanço, destacando-se o diagrama resultante, dado pela diferença da pressão passiva e pressão ativa ($P_P - P_A$). Nesse método também é considerado a existência de um contra-empuxo “ F_c ”, o qual é mostrado em destaque na Figura 2.

Figura 1 – Princípios para o projeto de paredes em balanço.



Fonte: Clayton *et al.* (1993).

Figura 2 – Hipóteses de projeto para paredes em balanço.



Fonte: Clayton *et al.* (1993).

Aplica-se um fator de segurança (FS) de 1,5 a 2,0 aos empuxos passivos, o empuxo que fica no lado interno da vala, na região enterrada, e aumenta-se o comprimento da ficha entre 20 a 40% (TACITANO, 2006).

O passo a passo para o cálculo do projeto dessa estrutura são os seguintes:

- Definir as propriedades e a geometria do solo e o nível de água. Calcular e desenhar o diagrama de empuxos total, como na Figura 2;
- Estabelecer um tamanho de ficha "D". De acordo com Teng (1962), apud Clayton *et al.* (1993), para solos granulares pode-se utilizar os valores da tabela 1.

Tabela 1 – Estimativa do comprimento final da ficha D.

Densidade do solo	Comprimento da ficha D
Denso	0,75 H
Mediamente denso	1,00 H
Fofo	1,10 H
Muito fofo	2,00 H

Fonte: Clayton *et al.* (1993).

- c) Determinar o posicionamento de C, extremo inferior da parede, como mostra a Figura 1a, a partir de $D' = D/1,20$, sendo D o comprimento da ficha.
- d) Calcular o somatório de momentos em relação ao ponto C;
- e) O comprimento da ficha é insuficiente se os momentos anti-horários excederem os horários, e se os momentos horários excederem os anti-horários, o comprimento da ficha foi estipulado de maneira excessiva. Isto é, para uma ficha com tamanho ideal o somatório dos momentos é nulo;
- f) Quando a condição ideal não é obtida, deve-se assumir um novo valor para o comprimento da ficha e repetir todo o processo até que se dê o equilíbrio de momentos em torno do ponto C, e
- g) Determinar o posicionamento em que a força cortante é nula e nesse ponto calcular o momento fletor máximo.

Cabe salientar que o aumento do comprimento da ficha em 20% não exclui a necessidade da utilização do “fator de segurança” sobre os empuxos passivos. Estas duas correções são necessárias pelas seguintes razões: primeiro, o aumento da ficha em 20% tem como objetivo garantir o equilíbrio de forças horizontais que atua sobre a estrutura de contenção, uma vez que os empuxos passivos reais podem ser menores do que os calculados; e segundo, a utilização do “fator de segurança” tem outra função, a função de garantir a segurança da estrutura quanto a rotação (HACHICH *et al.*, 1996).

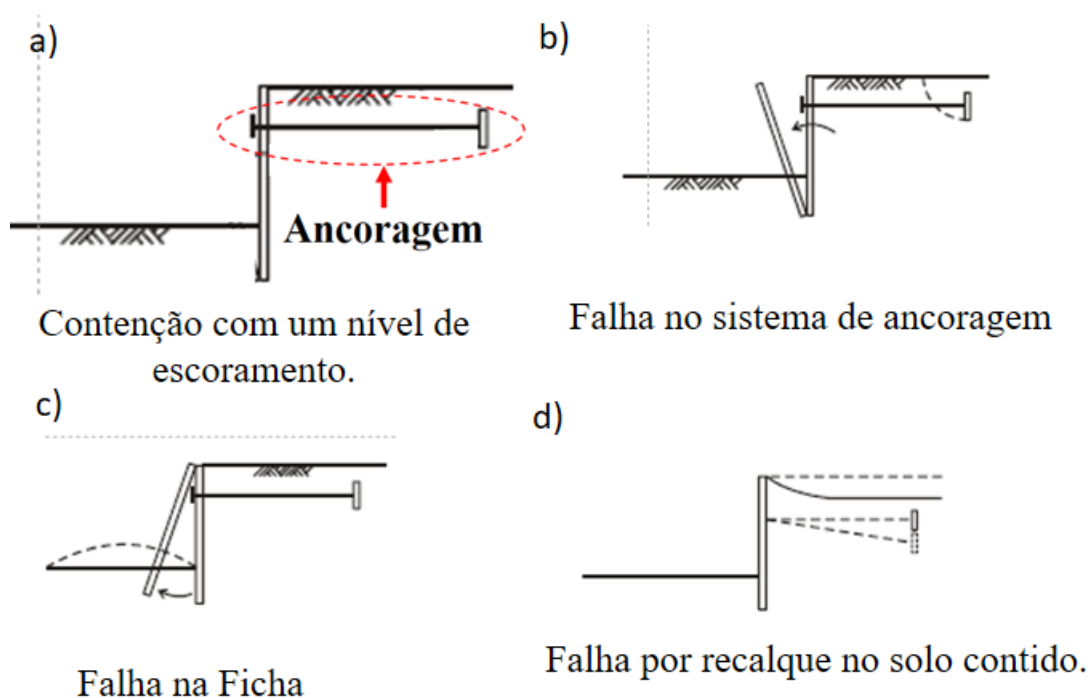
2.3.2 Contenção com Um Nível de Escoramento

Ao adicionar uma ancoragem na ficha, como ilustra a Figura 3a, têm se um sistema de contenção com um nível de escoramento. Na prática o nível em que a ancoragem esta fixa ao perfil metálico quase sempre irá se deslocar no sentido interno da vala o que pode produzir falhas na contenção se o projeto não for bem dimensionado. De fato, podem ocorrer várias falhas neste tipo de parede contenção, as quais devem ser evitadas, sendo que os tipos mais comuns são:

- a) Falha devido a rotação em volta do ponto onde o tirante de ancoragem está fixado na parede;
- b) Falha do tirante ou da ancoragem em si;
- c) Ruptura geral por deslizamento, envolvendo não somente a massa de solo na qual a ficha penetra, mas também o solo em torno da ancoragem, e
- d) Ruptura da contenção por flexão, entre uma ancoragem relativamente rígida e um comprimento de ficha relativamente grande.

Ilustram-se nas Figuras 3b a 3d, como exemplo, as principais falhas que são as falhas no sistema de ancoragem (Figura 3b); a falha na ficha, na qual ocorre o levantamento da parede devido à insuficiência da resistência passiva do solo (Figura 3c) e falha por recalque no solo contido (Figura 3d).

Figura 3 – Esboço ilustrando o sistema de contenção com um nível de escoramento e suas principais falhas.



Fonte: Adaptado de Clayton *et al.* (1993).

Uma grande variedade de métodos foi desenvolvida para dimensionar paredes de contenção, a fim de evitar falhas. Diversos deles deixaram de ser usados, ou pelo fato de serem muito complexos ou por haver questionamentos

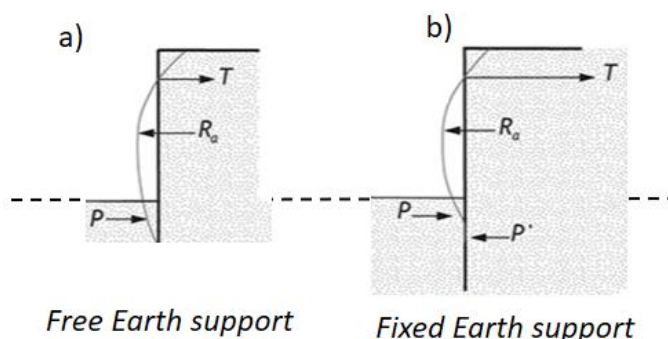
sobre os seus princípios básicos. Os dois métodos normalmente mais aplicados em contenções com um único nível de escoramento são “*Fixed Earth Support*” e “*Free Earth Support*”. Eles podem ser usados considerando tanto escoramento através de estroncas quanto de ancoragem.

Gerscovich, Danziger e Saramago (2016) comentam que as contenções em balanço não adequados quando se tem escavações com desníveis elevados.

A solução de cortina em balanço não é adequada a escavação com desníveis muito elevados, já que seriam necessários comprimentos excessivos de ficha para garantir a estabilidade da cortina. Adicionalmente, tanto os esforços quanto os deslocamentos da parede (e, conseqüentemente, os recalques nas estruturas vizinhas) também seriam elevados. Nesses casos, recomenda-se a adoção de apoios posicionados em um ou mais níveis ao longo do trecho livre da cortina. Para o caso de um nível de apoio, a aplicação dos diagramas de Rankine ainda é válida, segundo a maior parte dos autores. Cabe observar que, dependendo do tamanho da ficha, o padrão de deslocamentos na cortina se altera. Conseqüentemente, os diagramas de empuxo também mudam. (GERSCOVICH, DANZIGER E SARAMAGO, 2016, p.50)

Portanto, para ambos os casos de contenção com um nível de apoio “*Fixed Earth Support*” e “*Free Earth Support*” pode-se usar diagrama de Rankine, para os cálculos. Na Figura 4 observa-se os dois tipos de soluções para cortinas com um nível de apoio: a *Free Earth Support* (Figura 4a) com um menor comprimento de ficha e a *Fixed Earth Support* (Figura 4b) com um maior comprimento de ficha.

Figura 4 – Cortina com um apoio: a) Livre (*Free Earth Support*); e b) Fixo (*Fixed Earth Support*).



Fonte: Adaptado de Gerscovich, Danziger e Saramago (2016).

2.3.2.1 Método “*Free Earth Support*” (método da ficha mínima para 1 nível de escoramento)

Na condição de apoio livre (*Free Earth Support*), devido à pequena ficha, o empuxo passivo do solo sobre a estrutura não é capaz de restringir por completo as deformações e a rotação na cortina, ou seja, a estrutura não fica engastada no solo. Sendo assim, o empuxo ativo é equilibrado apenas pela força do apoio e pelo empuxo passivo. Para o uso deste método, assume-se a estrutura como um corpo rígido, a qual gira em torno do ponto B onde a ancoragem é considerada imóvel (MAGALHÃES, 2015). Apesar da hipótese da existência de um ponto onde a ancoragem é imóvel, os empuxos ativos são considerados atuantes por todo o comprimento da estrutura de contenção. Pois, segundo Rowe (1952), as deformações típicas do bloco de ancoragem e do cabo de ancoragem são suficientes para conter o solo que exerce esforços ativos. Quanto aos empuxos passivos, de acordo com Clayton *et al.* (2014) considera-se que atuam sobre todo o comprimento da ficha, somente no lado onde foi feita a escavação, e precisam ser minorados por um fator de segurança. Segundo Tshebotarioff (1973), *apud* Clayton *et al.* (1993), este método de projeto é mais conservador e antigo. Mesmo sendo mais antigo, constantemente leva a um dimensionamento econômico, com um menor comprimento da ficha, porém com momentos fletores superior ao do método “*Fixed Earth Support*”.

Deve se enfatizar que o maior interesse é pelo cálculo da extensão da ficha, o qual é feito através do equilíbrio de momentos no nível da ancoragem. Para este cálculo parte-se do diagrama Rankine, através do qual determina os empuxos ativos e passivos e todas forças, exceto, a força de ancoragem. Assim, é necessário usar o equilíbrio de forças horizontais para obter a força de ancoragem. Outra grandeza importante é o “momento fletor máximo”, o qual pode ser calculado pelo diagrama no ponto em que as forças cortantes se anulam.

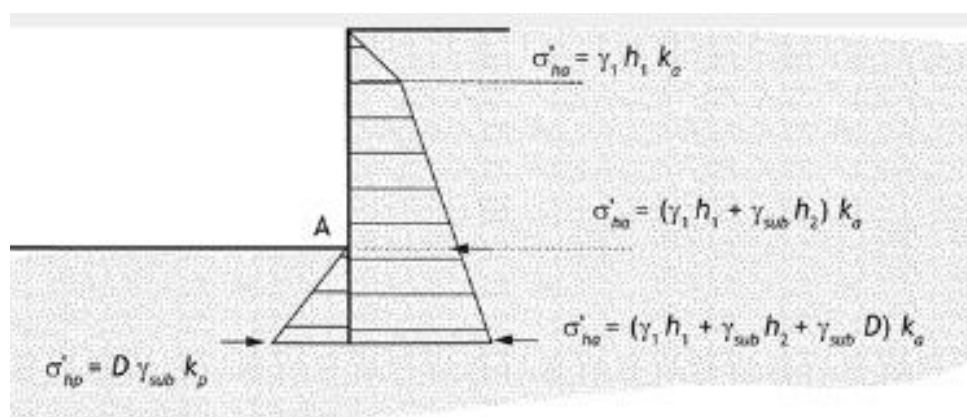
Rowe (1952) define que para se obter o momento fletor de projeto é necessário utilizar um fator de segurança para reduzir o valor do momento fletor máximo. Esse fator depende da flexibilidade da estrutura comparado ao solo. As hipóteses de cálculo do momento fletor consideram que:

- a) o perfil metálico é rígido quando comparado com o solo;
- b) à estaca rotaciona em volta do nível de ancoragem na condição de ruína, no entanto, a ancoragem não escoa, e
- c) independentemente da hipótese anterior, os empuxos ativos ocorrem ao longo de todo o comprimento do perfil de aço. A força de ancoragem geralmente é suficiente para isso, inclusive na parte mais alta da contenção.

Apresentou-se os principais aspecto envolvidos no projeto pelo método *Free Earth Support*. No entanto, é importante especificar quais itens deve se abordar para a sua elaboração. Assim, para a execução do cálculo de projeto pelo método *Free Earth Support* deve-se observar os seguintes passos:

- a) definir a distribuição dos carregamentos atuantes na estrutura. Tanto os carregamentos passivos como os ativos, os quais são definidos pelas teorias clássicas de empuxo limites (Rankine e Coulomb). Inclui-se também os carregamentos hidrostáticos e carregamentos atuantes sobre a superfície. Com este procedimento gera um esboço com mostrado na Figura 5 onde mostra as equações usadas para os cálculos das tensões em cada posição perfil.

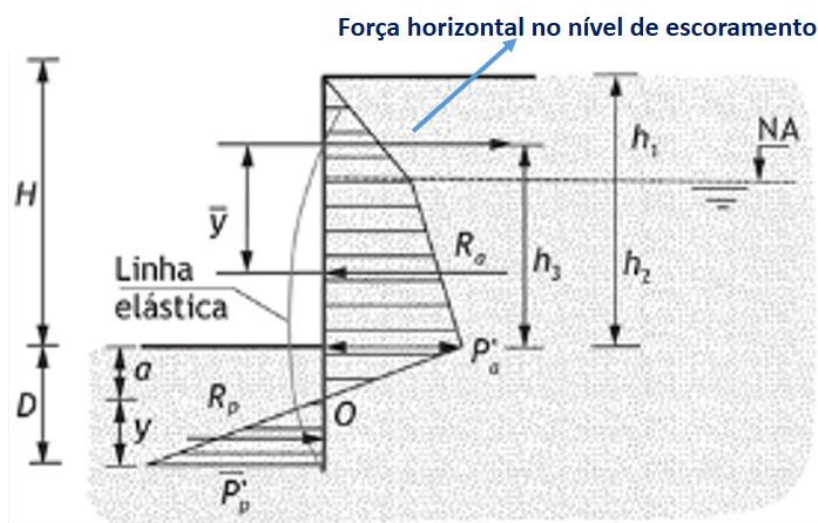
Figura 5 - Distribuição de tensões e esforços na cortina - *Free Earth Support*, mostrando equações para o cálculo das tensões em cada região do perfil.



Fonte: Adaptado de Gerscovich, Danziger e Saramago (2016).

- b) encontrar o ponto (A) onde as tensões ativas e passivas se anulam, fazendo a diferença entre as tensões passivas e ativas. A posição do ponto (a) é necessária para encontrar a diferença de tensões na base da cortina, a qual é calculada geometricamente pelas semelhanças dos triângulos, como descrito Gerscovich, Danziger e Saramago (2016). A Figura 6 mostra o digrama de resultante de empuxo a partir do qual realiza estes cálculos;

Figura 6 - Diagrama de resultante das tensões e esforços na cortina para o método *Free Earth Support*.



Fonte: Adaptado de Gerscovich, Danziger e Saramago (2016).

- c) com esses dados é possível calcular o comprimento de referência para a ficha, dada por $D = a + y$, como mostra a Figura 6. Para esse cálculo primeiramente encontra o valor de “y” utilizando que a somatória de momentos em relação ao ponto de apoio, é igual a zero.
- d) é necessário aplicar uma correção ao comprimento calculado para a ficha, no item c. É usual corrigir o valor encontrado com um acréscimo de 20% a 40%;
- e) após a determinação da ficha, calcula-se a força de apoio utilizando o equilíbrio das forças horizontais. Ou seja $\sum F_{horizontal} = 0$, e
- f) Por fim encontra-se o valor máximo de momento fletor, o qual ocorre no ponto onde o esforço cortante é nulo.

Descreveu-se as etapas do cálculo projeto de uma contenção com um apoio, usando método *Free Earth Support*, o qual se conclui com o cálculo do momento fletor, principal parâmetro para a definir o perfil metálico a ser usado.

2.3.2.2 Método “*Fixed Earth Support*” (método da ficha maior que a mínima para 1 nível de escoramento)

Na condição de apoio fixo (*Fixed Earth Support*) o perfil metálico enterrado é considerado uma estrutura flexível. Porém a ficha é longa, de tal forma que o empuxo passivo do solo sobre a estrutura é capaz de restringir as deformações e a rotação na cortina, ou seja, a estrutura fica engastada no solo.

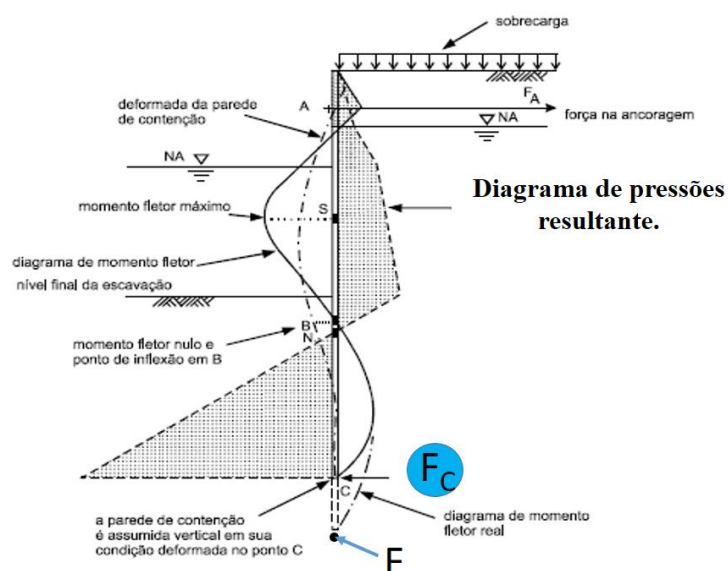
Clayton relata que o método da ficha maior que a mínima é derivado dos trabalhos de Blum (1931, 1950 e 1951). Nesse mesmo sentido Gerscovich, Danziger e Saramago (2016) esclarecem que:

Na condição de apoio fixo (*fixed Earth support*) (Fig. 3.12B), a ficha é longa o suficiente para exercer uma restrição efetiva às deformações (e rotação) da cortina. Com isso, tem-se um esforço adicional (P') que também auxilia no equilíbrio, acarretando a redução tanto dos esforços de flexão na parede quanto dos esforços transmitidos ao apoio. (GERSCOVICH, DANZIGER E SARAMAGO, 2016, p.50).

Na Figura 7 mostra-se o esquema para o cálculo de estacas-prancha ancoradas pelo método “*Fixed Earth Support*”, derivado do método geral de Blum, incluindo as devidas informações sobre o mesmo. O método de Blum pode ser aplicado a contenções em balanço, do mesmo modo que as contenções ancoradas flexíveis e rígidas. Nesses casos, as tensões são exercidas na contenção, imediatamente acima do ponto F, como mostrado em destaque na Figura 7, e são substituídas por uma única força um pouco mais acima (F_c), e a estaca-prancha é considerada vertical neste ponto. Normalmente, nos projetos a ancoragem é considerada indeformável, e consequentemente seu deslocamento relativo deve ser nulo, bem como o deslocamento do ponto “C” (que também possui a 2ª derivada de deslocamento nula). Esses cálculos são muito trabalhosos e devem ser feito por processos numéricos, ou devem ser adotados algumas simplificações. Essas simplificações são fundamentadas no “*Blum’s equivalent beam method*”, onde é admitido que o posicionamento do

ponto de inflexão se dá na posição em que o momento fletor é nulo (ponto B na Figura 7). Dessa forma adiciona-se uma rótula imaginária nesse ponto, de tal forma que simplifique a análise, considerando que o perfil metálico que compõem a cortina de contenção seja dividida em dois trechos isostáticos, facilitando assim os cálculos dos esforços.

Figura 7 - Esquema para o cálculo de estacas-prancha ancoradas pelo método “Fixed Earth Support”.



Fonte: Clayton *et al.* (1993) adaptado.

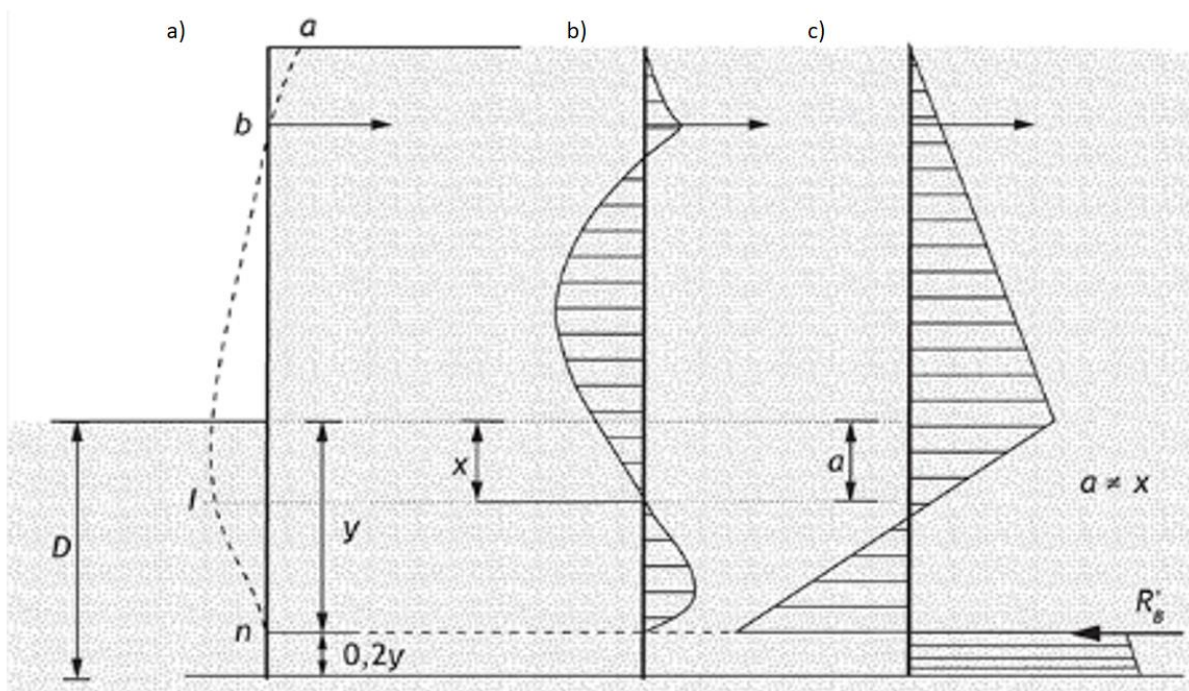
2.3.2.2.1 Método da linha elástica

O método de dimensionamento denominado de linha elástica é considerado o modelo clássico para o cálculo de cortinas de contenção com um nível de apoio fixo. A Figura 8a mostra a linha elástica, a Figura 8b mostra a distribuição de momentos e a Figura 8c a distribuição de empuxos, para uma cortina com um nível de apoio (Fixed Earth Support). O dimensionamento da cortina baseia-se no modo de deslocamento da estrutura mostrada na Figura 8, aplicando-se um conjunto de hipóteses facilitadoras, segundo Gerscovich, Danziger e Saramago, as quais são:

- i) A deformada da cortina passa pelo ponto de interseção desta com a ancoragem.
- ii) A cortina é fixa a partir do ponto n; isto é, a cortina não se desloca abaixo desse ponto ou a deformada nesse ponto é vertical.

- iii) A resistência passiva do solo na extremidade inferior da cortina é substituída por uma força equivalente (R'_B), apresentada na Fig. 6C, localizada a uma distância acima da ponta, da ordem de $0,2*y$. (GERSCOVICH, DANZIGER E SARAMAGO, 2016, p.53-54).

Figura 8 - Cortina com um nível de apoio – Fixed Earth Support: a) linha elástica; b) distribuição de momentos; c) distribuição de empuxos.



Fonte: Gerscovich, Danziger e Saramago (2016).

O dimensionamento da ficha pelo método da linha elástica é feito de forma iterativa, procedendo conforme descrito a seguir:

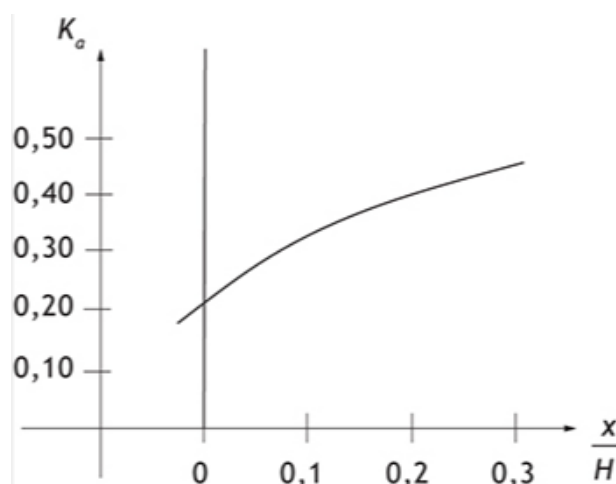
- Escolhe um valor (de forma arbitrária) para o tamanho da ficha mínima (y);
- determina a linha elástica ($E(y)$), através do diagrama de resultante de empuxos, que por sua vez é determinado usando a teoria de Rankine;
- verifica se a linha elástica intercepta a vertical no ponto de ancoragem ($y = 0$);
- caso isso não ocorra, quer dizer que a profundidade (y) foi estimada de maneira equivocada, não satisfazendo as condições de equilíbrio necessárias, e
- um novo valor de (y) deve ser escolhido e o procedimento de cálculo deve ser refeito inteiramente até que a deformada (linha elástica) intercepte a vertical no nível de ancoragem.

Gerscovich, Danziger e Saramago (2016) afirmam que a utilização da linha elástica é demasiadamente demorada, fazendo com que esse seja dificilmente empregado na prática, exceto usando sistemas computacionais.

2.3.2.2.2 Método da Viga Equivalente (BLUM, 1931)

Em 1931, tendo como premissa o método da linha elástica, Blum propôs uma nova maneira de calcular as cortinas de contenção com um nível de apoio fixo, denominado de método da viga equivalente de Blum, sendo esse dimensionamento muito mais simples, do que os descritos anteriormente. Nesse método, Blum propôs dividir a estrutura em duas vigas, sendo elas isostáticas, como ilustrado na Figura 9. A divisão da estrutura se dá a partir do ponto de inflexão (I) dos momentos, onde se considera que existe uma rotula. A Figura 9a mostra o diagrama de momento de uma cortina com um nível de apoio – *Fixed Earth Support* a indicação das distancias (x , d_o e d). A Figura 9b, mostra as duas vigas isostáticas separadas incluindo o perfil de forças e a resultante dos empuxos. Destaca-se ainda na Figura 9b as forças de apoio (T), a força (R_i) que representa a ação da parte faltante em cada seguimento, e a força (R) que é aplicada no ponto (O), e que substitui todas os empuxos abaixo deste ponto. A área sombreada no segmento isostático inferior, mostrado na Figura 9b, é obtida pela expressão escrita na base da Figura 9b.

Figura 10 - Relação teórica entre K_a e a distância x/H , sendo H a altura da cortina.



Fonte: Gerscovich, Danziger e Saramago (2016).

Tabela 2 – Distância x em função do ângulo de atrito e altura da escavação.

Φ	30°	35°	40°
x/H	0,08	0,03	0

Fonte: Cornfield (1975) *apud* Gerscovich, Danziger e Saramago (2016).

Sumarizando, o cálculo do dimensionamento das cortinas de contenção pelo método *Fixed Earth Support*, através do método de viga equivalente de Blum (1931), tem como primeiro passo a determinação do posicionamento do ponto de inflexão (I)(distância x). É possível determinar essa distância tanto pela Tabela 2 como pelo gráfico da Figura 10, ou fazer o cálculo diretamente. A partir da determinação do ponto (I) considera que o mesmo se trata de um ponto de inflexão onde se posiciona a rótula. Dessa forma é possível dividir a estrutura em duas vigas isostáticas equivalentes conforme descrito a seguir.

- O trecho da estrutura acima do ponto de inflexão (I) é considerado separadamente como uma viga isostática, simplesmente apoiada neste ponto e no nível de ancoragem. É possível determinar a força de ancoragem e a reação “ R_i ”, fazendo-se o uso do equilíbrio de momentos fletores em relação ao ponto de ancoragem e usando que a somatória das forças horizontais é igual a zero, e
- O trecho da estrutura abaixo do ponto de inflexão (I) também é considerado como uma viga isostática, simplesmente apoiada no ponto

de inflexão (I) e no ponto onde a estrutura se engasta. Todas as cargas atuantes são conhecidas, menos a reação (R). No entanto, não se conhece o comprimento do vão ($d_0 - x$). O qual pode ser calculado utilizando o equilíbrio de momentos fletores em relação ao ponto (O). Como o valor de (x) é conhecido, é possível determinar o comprimento final da ficha (d), que nada mais é do que a ficha mínima (d_0) majorada em 20%. Por último, a reação (R) é determinada utilizando o equilíbrio de forças horizontais.

Para a conclusão do dimensionamento da estrutura de contenção conforme o método da viga equivalente, é necessário apenas calcular o momento fletor máximo.

Nos itens anteriores apresentou-se os principais métodos para o dimensionamento de uma estrutura de contenção com um nível de ancoragem. Cabe esclarecer ainda que a prática evidencia que é mais econômico utilizar como solução a cortina com apoio fixo, isto é a *Fixed Earth Support*. Neste caso cortina é mais longa, e por essa razão os momentos fletores são consideravelmente menores quando comparados com as cortinas com apoio livre, *Free Earth Support*. Enfatiza-se que a exigência de momentos fletores menores permite usar estruturas mais econômicas. Por outro lado, Gerscovich, Danziger e Saramago (2016 p.50-51) também mencionam que existem casos em que a cortina com o apoio livre é mais recomendada, vejamos: “Quando há ocorrência de argilas de baixa a média consistência abaixo da linha de escavação e quando há ocorrência de rocha próxima à base da escavação, de forma a dificultar a penetração adicional da cortina.” Portanto a escolha do tipo de cortina depende da combinação das características do local de implantação e fatores econômicos.

2.4 Método de Execução das Cortinas de Contenção

2.4.1 Cravação dos perfis metálicos

As contenções que utilizam a cravação de perfis metálicos podem ser executadas quase sempre em locais em que o nível de água está abaixo do nível da escavação e que tenham as propriedades adequadas para que o terreno possa ser escavado de maneira perpendicular ao solo, ou seja, a prumo. O sistema de vedação entre os perfis metálicos pode ser o tradicional, de madeira, ou o de concreto pré-moldado. A escolha do material de vedação não altera os parâmetros de projeto em relação ao perfil de aço, pois, não tem função estrutural. Algumas características de projeto de perfis metálica com vedação tradicional ou de concreto são:

- a) uso de perfis metálicos com seções em “I” ou “H”;
- b) ficha de cravação igual para ambos sistemas de vedação;
- c) distância de cravação dos perfis variando de 1,0 a 3,0 m. Esse espaçamento depende do empuxo que o solo contido irá exercer ou da sobrecarga exercida sobre a cortina, e
- d) os equipamentos que são utilizados para a cravação dos perfis metálicos são os mesmos, em ambos os sistemas são utilizados bate-estacas.

Na implantação dos perfis metálicos o projetista também pode exigir que se tenha uma ficha mínima e a nega, que seria uma sequência de golpes com o martelo do bate-estaca e a verificação do comprimento cravado após esses golpes. A título de ilustração, mostra-se na Figura 11 uma foto de uma obra em que os bates estacas estão cravando os perfis metálicos.

Figura 11 - Bate-estacas cravando perfis metálicos.



Fonte: Perfurac (2023).

2.4.2 Sistema tradicional de vedação entre os perfis

O sistema de contenção pode ser implantando usando vedação pranchas de madeira na cortina para conter o solo escavado e para, ao mesmo tempo servir como forma para o concreto armado que preenche os espaços vazios entre os perfis metálicos. Esse sistema é denominado simplesmente de “Sistema Tradicional”. Para a implantação do sistema de contenção primeiramente crava os perfis de aço no solo, e a seguir inicia-se a escavação da vala. No entanto, é necessário que haja contenção do solo nas fronteiras do terreno onde são cravados os perfis. *A priori* a escavação é feita de forma mecanizada até que se chegue próximo aos perfis de aço e a seguir continua a escavar de forma manual entre os perfis, em vão alternados. Adota-se esse procedimento para que seja possível a colocação das pranchas de madeira por trás dos perfis, como ilustra a Figura 12. Toda a implantação deve ser feita dentro de um tempo hábil para que o solo se mantenha estável.

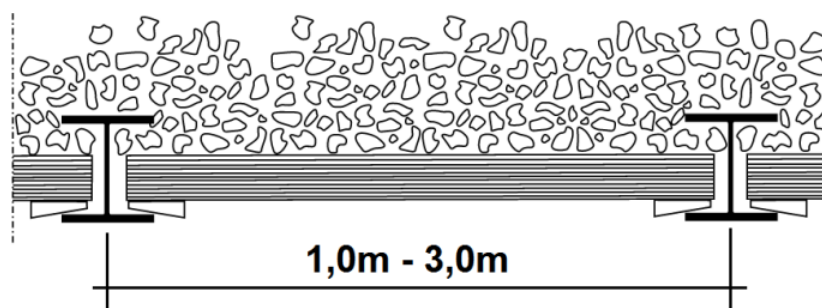
Figura 12 - Prancheamento de madeira por trás dos perfis metálicos.



Fonte: Trombeli (2008).

Dessa maneira os carregamentos dos empuxos que a cortina irá resistir serão recebidos pelas pranchas e transferidos para os perfis. As pranchas de madeira que podem ser utilizadas são, por exemplo, as que têm espessuras entre 2 a 7 cm e largura de 20 a 30 cm. Como os vãos entre os perfis metálicos normalmente tem entre 1,0 e 3,0 m de largura, como ilustra a Figura 13, esse deve ser o comprimento que as pranchas de madeira devem ser cortadas. Para facilitar, toma como base, nesse trabalho, a distância de 2,0 m entre os perfis metálicos.

Figura 13 - Corte transversal de uma cortina prancha, possibilitando ver o espaçamento entre os perfis metálicos cravados.



Fonte: Magalhães (2015).

As contenções de madeira têm duas funções, a primeira é conter temporariamente o solo e a segunda é servir como forma para a concretagem da contenção permanente. Essa estrutura deve ser de concreto armado e por isso é necessário que se tome alguns cuidados:

- a) não demorar a executar a concretagem;
- b) soldar os perfis metálicos aos ganchos para que seja possível travar a forma;
- c) posicionar a armadura entre o vão dos perfis e dentro da forma;
- d) fechar a forma de madeira na parte frontal do perfil utilizando os ganchos soldados para o travamento;
- e) lançar o concreto usando brita $\frac{1}{2}$; com traço para gerar resistência de 25 a 40Mpa, e
- f) desformar e cortar os ganchos soldados.

Depois de feita a desforma, resta o acabamento, se desejado, conforme as exigências da obra.

2.5 Comparação entre o Sistema Tradicional e o Pré-Moldado de Concreto

Para implantar um sistema de vedação pode ser usado pranchamento de madeira, que é o sistema tradicional, ou pré-moldado de concreto. Antes de elaborar o projeto é necessário decidir qual sistema usar em função das características da obra e dos custos. Nesta revisão bibliográfica observou-se os aspectos mais relevantes para a comparação são:

- a) questões ambientais;
- b) espaço em canteiro;
- c) custos de implantação;
- d) demanda da mão de obra;
- e) qualidade do acabamento final;
- f) industrialização do sistema construtivo;
- g) prazos disponíveis para implantação;
- h) domínio das práticas utilizadas;

- i) produção, e
- j) disponibilidade de recursos.

Trombeli (2008) propõe pesos variando de zero a dez, para avaliar cada aspecto, como ilustra a Tabela 3.

Tabela 3 – Tabela com pesos pra cada aspecto de cada sistema avaliado.

Item	Aspectos	Sistema Tradicional	Sistema Pre-moldado
1	Questões ambientais	2	8
2	Espaço em canteiro	6	8
3	Custos	8	10
4	Demanda da mão de obra	5	8
5	Qualidade do acabamento final	9	8
6	Industrialização do sistema construtivo	3	8
7	Prazos	8	10
8	Domínio das práticas utilizadas	9	8
9	Produção	4	9
10	Disponibilidade de recursos	10	9
	TOTAL	64	86

Fonte: Adaptado de Trombeli (2008).

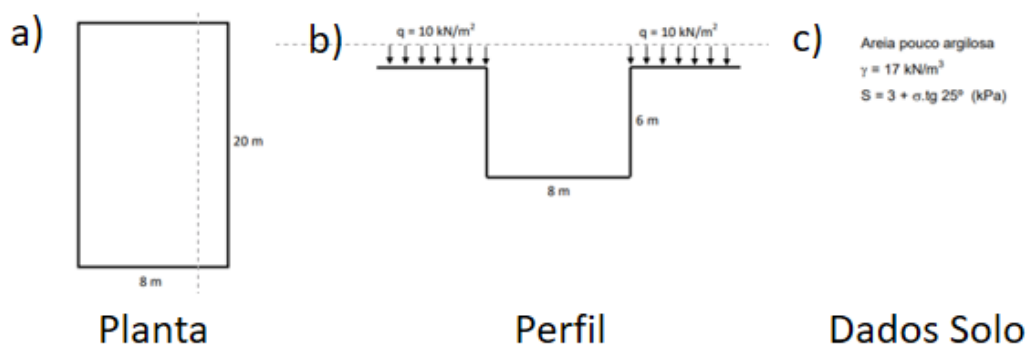
O método de execução de vedação de cortinas de contenção que utiliza o pré-moldado de concreto é mais vantajoso na maioria dos aspectos abordados em relação ao método tradicional. Mesmo quando algum aspecto apresenta maior vantagem para o sistema tradicional, a diferença é muito pequena. No entanto, existem outros aspectos vantajosos do sistema tradicional, não mencionados na tabela, que devem ser citados, os quais são: menor investimento inicial em relação ao pré-moldado; maior facilidade do manuseio das pranchas de madeira; e a disponibilidade do material, que no caso, a madeira é bem mais acessível (fácil de ser encontrada com os fornecedores) do que os pré-moldados de concreto. Por estas razões o sistema de vedação tradicional ainda é bastante utilizado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho apresentou-se um estudo sobre estruturas de contenção usando perfis metálicos com pranchas de madeiras. O estudo tem como material, a bibliografia, na qual fez-se revisão teórica sobre os principais tipos de contenção e os métodos de cálculo e a especificação de um uma contenção. Com os dados do solo e da escavação para desenvolver o projeto, os cálculos e a análises dos resultados foram feitas.

Projitou-se uma contenção para a área cuja planta, perfil e dados do solo é são mostrados na Figura 14. A Figura 14a mostra a planta baixa do terreno; a Figura 14b o perfil do corte do terreno onde será implementado a contenção e a Figura 14c, apresenta os dados do solo. Considera-se um solo com perfil individual de sondagem a percussão apresentado no Anexo A, classificado como “areia pouco argilosa”, e com peso específico de $\gamma_{solo} = 17 \text{ kN/m}^3$, cuja envoltória de resistência é dada por $S = 3 + \sigma \text{ tg } 25^\circ (\text{kPa})$.

Figura 14 - Especificações para o projeto de contenção: a) planta do terreno; b) perfil do corte; e c) dados do solo.



Fonte: o próprio autor.

Para o cálculo das condições de carregamento *Free Earth Support* e *Fixed Earth Support* usou-se os métodos, semi-empíricos, denominado método geral de Blum, e o método da viga equivalente de Blum descritos no item 2 (revisão da literatura). O estudo descrito refere-se à implantação de perfis metálicos usando pranchas madeira para contenção inicial do solo e como forma para concretagem.

4 RESULTADOS

Apresenta-se os cálculos de projeto para implantação de uma parede contenção com um nível de ancoragem. Os cálculos são realizados para os métodos *Free Earth Support* e *Fixed Earth Support*, de forma a permitir avaliar qual a melhor forma de implantação bem como os parâmetros dos perfis metálicos. Ou seja, os cálculos visam determinar o tamanho da ficha, a força de ancoragem e o momento fletor máximo.

As equações básicas para cálculo são derivadas do método de Rankine como descritas em Gerscovich, Danziger e Saramago (2016), caso contrário, está especificado no texto. O projeto visa a implantação da cortina de contenção em terreno com as condições especificadas na Figura 14. Enfatiza-se que o peso específico do solo é $\gamma_{solo} = 17 \text{ kN/m}^3$ e a envoltória de resistência é dada por $s = 3 + \sigma \tan 25^\circ (\text{kN/m}^2)$. Para o desenvolvimento apresentado a seguir adota-se as seguintes premissas:

- a) o nível de água está abaixo do nível de escavação, portanto é adequado para perfis metálicos;
- b) solo drenado, com nível de água abaixo da ficha.;
- c) solo homogêneo em toda extensão do perfil metálico;
- d) ângulo de atrito interno do solo é $\phi = 25^\circ$;
- e) A coesão do solo é dada por $c = 3 \text{ kN/m}^2$;

Para a determinação dos parâmetros pelo método “*Free Earth Support*” inicialmente calcula os as tensões ativas e passivas dadas pelas equações 1 e 2.

$$\sigma_a = qk_a - 2c\sqrt{k_a} + P_ek_a + \gamma_w h_w \quad (1)$$

$$\sigma_p = qk_p + 2c\sqrt{k_p} + P_ek_p + \gamma_w h_w \quad (2)$$

em que:

h_w : altura do nível hidráulico;

γ_w : peso específico da água, que é considerado tipicamente 10 kN/m^3 ;

P_e : pressão efetiva do solo, dada por $P_e = (\gamma_{solo} - \gamma_w)h$;

q : sobrecarga externa (kN/m^2); e

k_a e k_p : coeficientes de empuxos ativo e passivos.

Considerando que os coeficientes de empuxo ativos e passivos, em função do ângulo de atrito do solo, são dados pelas equações 3 e 4.

$$k_a = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3)$$

$$k_p = tg^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad (4)$$

E usando as especificações do solo, para o desenvolvimento do projeto, ($\gamma_{solo} = 17 \text{ kN/m}^3$, $c = 3 \text{ kN/m}^2$ e $\phi = 25^\circ$) obtém-se que o coeficiente de empuxo ativo é $k_a = 0,41$, e o coeficiente de empuxo passivo é, $k_p = 2,46$. Assim, pode-se calcular as tensões ativas e passivas. Como se trata de um solo drenado e homogêneo faz-se o cálculo da tensão ativa na cota zero ($h = 0$) e para $h = 6 \text{ m}$. Para a cota $h = 0$ tem-se que $P_e = 0$, pois, $P_e = (\gamma_{solo} - \gamma_w) \cdot h$. Também, como se trata de um solo drenado tem-se que $h_w = 0$. Definindo-se a equação 5.

$$\sigma_{a0} = qk_a - 2c\sqrt{k_a} \quad (5)$$

De onde se obtém que $\sigma_{a0} = 0,24 \text{ kN/m}^2$. Sendo a altura da barreira de contenção $h = 6 \text{ m}$ (ver Figura 14b) calcula-se também a tensão ativa nesta cota, dada pela equação 6.

$$\sigma_{a6} = qk_a - 2c\sqrt{k_a} + P_e k_a \quad (6)$$

Neste caso deve-se usar que $P_e = \gamma_{solo} \cdot h = 102 \text{ kN/m}^2$, que leva a uma tensão ativa de $\sigma_{a6} = 41,65 \text{ kN/m}^2$.

A tensão passiva atua apenas abaixo do fundo da escavação. Assim, abaixo da altura $h = 6 \text{ m}$ tem-se que a tensão resultante no perfil é dada pela diferença das tensões passiva e ativas dada por equação 7

$$\sigma_R = \sigma_a - \sigma_p. \quad (7)$$

No limite do ponto $h = 6 \text{ m}$ tem-se, portanto, que a tensão resultante $\sigma_R = \sigma_{a6} - \sigma_{p6}$ e, o valor de σ_{p6} é dado pela equação 8.

$$\sigma_p = qk_p + 2c\sqrt{k_p} + P_e k_p \quad (8)$$

Sendo $P_e = 0$, uma vez que não há solo acima deste ponto pelo lado da escavação e $q = 0$, porque não há sobrecarga externa dentro da escavação, então:

$$\sigma_p = 2c\sqrt{k_p} = 9,42 \text{ kN/m}^2$$

Assim, a tensão resultante em $h = 6 \text{ m}$ é:

$$\sigma_R = \sigma_a - \sigma_p = 41,65 - 9,42 = 32,23 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Um parâmetro importante como referência no modelo *Free Earth Support* é o ponto aonde as tensões se anulam, referido com sendo a distância a do fundo da vala até o ponto da igualdade. Para encontrar a distância " a " iguala-se as tensões $\sigma_a = \sigma_p$, determinando a equação 9.

$$qk_a - 2c\sqrt{k_a} + P_e k_a = qk_p + 2c\sqrt{k_p} + P'_e k_p \quad (9)$$

Nesse caso é necessário reescrever e substituir P_e e P'_e pelo o fato de que essas pressões efetivas se referirem à diferentes alturas de coluna de solo, uma pelo lado da escavação outra do solo contido, apesar de estarem na mesma cota. Reescrevendo a igualdade e substituindo tanto P_e como, $P_e = \gamma_{solo} \cdot (6 + a)$ e quanto P'_e , por $P'_e = \gamma_{solo} \cdot a$ obtemos uma igualdade com uma única incógnita, a distancia " a " que pode ser determinada pela equação 10.

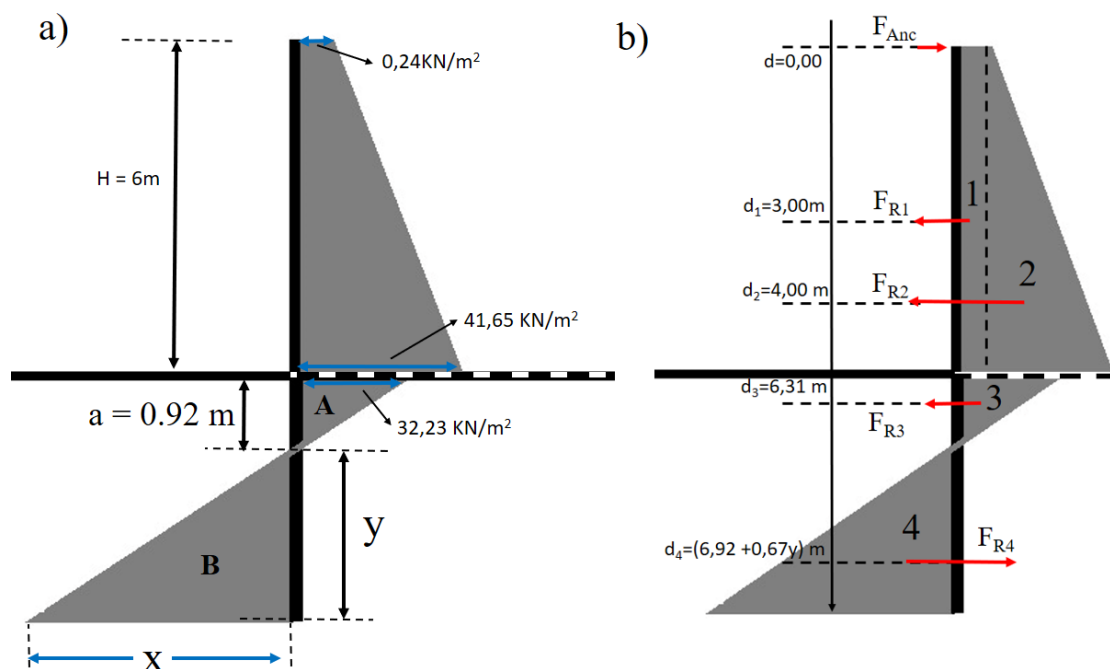
$$qk_a - 2c\sqrt{k_a} + \gamma_{solo}(6 + a)k_a = 2c\sqrt{k_p} + \gamma_{solo}ak_p \quad (10)$$

Desta expressão obtém se $a = 0,92 \text{ m}$.

Com os dados calculado anteriormente e com a informação da vala, pode-se traçar o diagrama de tensões resultante, mostrado na Figura 15. Usando o fato de que os triângulos A e B, indicados na Figura 15a, são semelhantes, escreve-se que $x = 35 \cdot y$. Esta equação descreve a tensão em função da profundidade abaixo do ponto onde as tensões se anulam (y). Para determinar

o comprimento da Ficha, o qual é dado por $D = a + y$, é necessário determinar primeiramente o valor de y .

Figura 15 - a) Diagrama de tensões resultantes; b) diagrama ilustrando a tensões e o posicionamento das forças usadas nos cálculos.



Fonte: Próprio autor.

Para determinar o valor de y , considera-se preliminarmente o seguinte: i) a área do diagrama de tensões, mostrado na Figura 15 é numericamente igual a força; ii) impõe-se que $\sum M = 0$, para que esteja em equilíbrio, iii) calcula-se o somatório do momento em relação ao ponto de ancoragem ($h = 0$), porque não se conhece a força de ancoragem, e assim sua contribuição para o momento nesse ponto é nula; iii) divide o diagrama de tensões, como indicado na Figura 15b, para identificar a posição de aplicação das forças, considerando aplicadas no centro geométricos de cada área (numeradas de 1 a 4), chegando a equação 11.

$$-F_{anc} 0 + F_{R1}d_1 + F_{R2}d_2 + F_{R3}d_3 - F_{R4}d_4 = 0 \quad (11)$$

Onde F_{anc} é a força de ancoragem, F_{R1} , F_{R2} , F_{R3} e F_{R4} são as empuxo resultantes relativas à área do retângulo (área 1), triângulo (área 2); triângulo (área 3); e, triângulo (área 4). Esses valores de F_{R1} , F_{R2} , F_{R3} e F_{R4} são obtidos calculando as áreas correspondentes. Os pontos de aplicação dos empuxos, tendo como

referência a cota zero, são descritos por d_1 , d_2 , d_3 e d_4 , os quais são calculados a partir do centro geométrico das áreas correspondentes, como mostrado na Figura 15b.

Reescrevendo a equação 11 chega-se à equação 12.

$$F_{R1}d_1 + F_{R2}d_2 + F_{R3}d_3 - F_{R4}d_4 = 0 \quad (12)$$

Sendo as forças resultantes F_{R1} , F_{R2} , F_{R3} e F_{R4} são 1,44 kN/m, 124,23 kN/m, 14,83 kN/m e 17,50. y^2 (kN/m), respectivamente. Os valores de d_1 , d_2 , d_3 e d_4 , estão indicados na Figura 15b. Assim tem-se a equação 13.

$$11.72y^3 + 121.1y^2 - 591,66 = 0 \quad (13)$$

Admitiu-se como solução $y = 2,02 \text{ m}$.

Tendo determinado o valor de "y", como afirmado acima pode calcular o comprimento da ficha dado por $D = a + y$. Assim obtem-se que a ficha deve ter o comprimento $D = 0,92 + 2,02 = 2,94 \text{ m}$. Porém, é necessário fazer um acréscimo na ficha de 20% a 40% no comprimento da ficha, no nosso caso foi utilizado um acréscimo de 30%:

$$D_{final} = 3,82 \approx 3,8 \text{ m}$$

Assim, obteve-se o comprimento total da cortina de:

$$\text{Comprimento Total da cortina} = 6 + 3,8 = 9,8 \text{ m}$$

Para determinar as especificações do tirante é necessário calcular a força de ancoragem, a qual pode ser calculada impondo a condição de a somatória das forças horizontais deve ser nula ($\sum F_h = 0$) para que a estrutura esteja em equilíbrio. Assim, tem-se que a F_{anc} é determinada pela equação 14.

$$F_{anc} - F_{R1} - F_{R2} - F_{R3} + F_{R4} = 0 \quad (14)$$

$$F_{anc} = 69,09 \text{ kN/m}$$

Porém é necessário que se majore o esforço de ancoragem de 20% à 40% por fatores de segurança, sendo assim temos um esforço de ancoragem de:

$$F_{anc\,ajustado} = 1,3 * F_{anc} = 89,82 \text{ kN/m}$$

Para finalizar é necessário achar o ponto onde o esforço cortante é nulo (z), para determinar o momento fletor máximo.

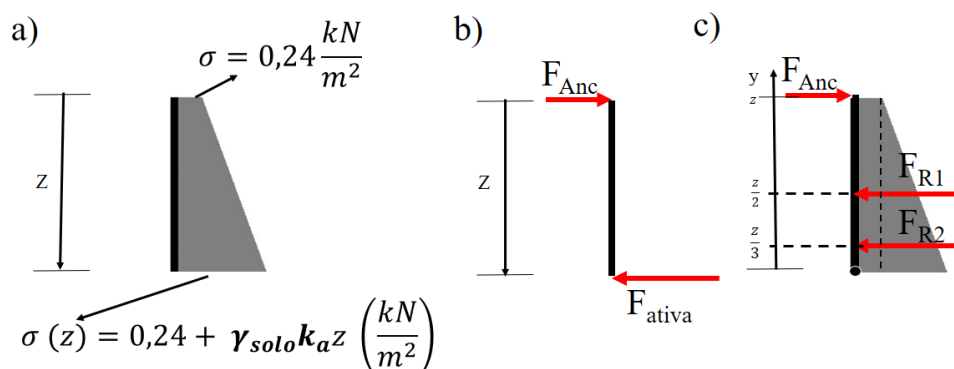
Na Figura 16 é apresentado o diagrama de tensões resultantes (Figura 16a) ao lado do diagrama de forças (Figura 16b). Na cota zero tem-se apenas a força de ancoragem e a tensão devido a carga externa. Abaixo deste ponto a tensão varia linearmente com a altura “z”, como mostra a equação 15.

$$\sigma(z) = 0,24 + \gamma_{Solo} k_a z \quad (15)$$

Assim, pode-se calcular a força ativa na altura “z”, pela área do diagrama de tensão, que corresponde à equação 16.

$$F_{Ativa}(z) = 0,24z + \frac{1}{2} \gamma_{Solo} k_a z^2 \quad (16)$$

Figura 16 - a) Diagrama de tensões resultantes, e b) disposição das forças para calcular a corte; e c) disposição das forças para calcular o momento fletor máximo.



Fonte: Próprio autor.

Quando, $F_{Ativa}(z) = F_{Anc}$, a força cortante é nula e o momento fletor é máximo. Portanto, se encontra o ponto onde esta condição é satisfeita se resolvendo a equação 17.

$$\gamma_{Solo} k_a z^2 + 0,48z - 138,18 = 0 \quad (17)$$

Cuja solução é $z = 4,42 \text{ m}$.

Para encontrar o momento neste ponto, onde a cortante, zero toma se como referência a Figura 16c. Nesta Figura o trapézio sombreado está dividido em duas partes (retângulo e um triângulo). Considera-se a força ativa correspondente a cada parte, F_{R1} e F_{R2} , aplicada nos seus respectivos centros geométricos, nas posições "y", nas quais em relação ao ponto onde a cortante é nula $y = z/2$ e $y = z/3$, indicadas na Figura 16c.

Assim o momento fletor máximo ($M_{f \max}$) é obtido pela equação 18.

$$M_{f \max} = F_{Anc} z - F_{R1} \frac{z}{2} - F_{R2} \frac{z}{3} \quad (18)$$

em que:

F_{R1} : força calculada pela área do retângulo, e

F_{R2} : força calculada pela área do triângulo.

Respectivamente 1,06 e $68,08 \frac{kN}{m}$.

Assim, obtém-se o momento fletor máximo por $M_{f \max} = 202,72 \left(\frac{kN}{m} m \right)$.

Com a determinação do momento fletor máximo conclui-se o conjunto de cálculo necessário para o projeto da parede de contenção pelo método *Free Earth Support*. Para implantação do projeto procura-se o método mais adequado e mais econômico e para a escolha deve-se também realizar os cálculos pelo método *Fixed Earth Support*.

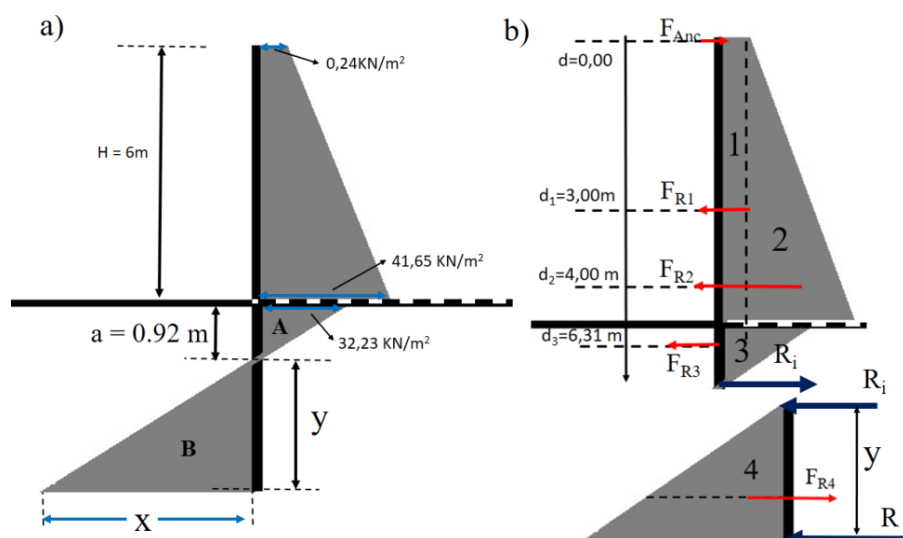
Como se trata de uma viga com a ficha engastada, pode-se usar para esse cálculo o método da viga equivalente de Blum, que é muito similar ao anterior.

Devido à similaridade dos métodos optou-se por não se apresentar os cálculos para o *Fixed Earth Support* com o mesmo nível de detalhamento anterior.

Para determinar o diagrama de tensão calcula-se inicialmente k_a , k_p e encontra-se as tensões nas cotas $h = 0$ e $h = 6 \text{ m}$, onde obtém-se o diagrama de tensão mostrado na Figura 17a.

Para simplificar os cálculos, como sugere Gerscovich, Danziger e Saramago (2016), pode-se adotar o ponto de inflexão onde as tensões se anula ao invés de usar o ponto onde os momentos se anulam. Assim, o ponto de inflexão está em $a = 0,92\text{ m}$ abaixo da cota de escavação. Desta forma, na Figura 17b mostra-se a separação da cortina em duas vigas isostáticas.

Figura 17 - a) Diagrama de tensões resultantes para o método Fixed Earth Support, e b) digrama de tensões para as barras isostáticas conforme Blum, ilustrando o posicionamento das forças usadas nos cálculos.



Fonte: Próprio autor.

Os valores tensões que aparecem Figura 17a são os iguais aos obtidos para o método *Free Earth Support* e são obtidos exatamente da mesma forma. Com estes valores calcula-se as forças F_{R1} , F_{R2} , F_{R3} e F_{R4} que também não se modifica, sendo respectivamente são $1,44\text{ kN/m}$, $124,23\text{ kN/m}$, $14,83\text{ kN/m}$ e $17,5 \cdot y^2\text{ (kN/m)}$. Desta maneira, para complementar o cálculo a seguir desenvolve-se os cálculos para obter o valor de " y ", a altura da barra isostática inferior.

Aplicando o equilíbrio de momentos ($\sum M = 0$) em relação ao ponto de ancoragem na barra isostática superior, e assim não depende da força de ancoragem, e é possível achar (R_i). Assim, define-se a equação 19.

$$-F_{anc} \cdot 0 + F_{R1}d_1 + F_{R2}d_2 + F_{R3}d_3 - R_i(H + a) = 0 \quad (19)$$

De onde se obtém $R_i = 85,95 \text{ kN/m}$. Tendo encontrado este valor pode-se aplicar a condição de equilíbrio ($\sum M = 0$) para a viga bi apoiada inferior, e determinar o valor de "y". Neste caso, considera-se que o ponto de rotação está na base da barra biapoiada, de modo a não depender da força "R", tal como mostra a equação 20.

$$-R_i y + F_{R4} \frac{y}{3} = 0 \quad (20)$$

De onde obtém-se $y = 3,84 \text{ m}$. Logo fazendo $D = a + y$ obtém-se o comprimento da ficha $D = 4,76 \text{ m}$. Porém é necessário fazer um acréscimo na ficha de 20% a 40% no comprimento da ficha, no nosso caso foi utilizado um acréscimo de 30%:

$$D_{final} \approx 6,20 \text{ m}$$

Assim obtemos que o comprimento total da cortina é de:

$$\text{Comprimento Total da cortina} = 6 + 6,20 = 12,20 \text{ m}$$

Utilizando o equilíbrio de forças horizontais ($\sum F_h = 0$), na viga isostática superior, é possível achar a carga no apoio (F_{anc}), ou seja, força de ancoragem e procedendo de forma similar ao item anterior determinou-se que o valor de $54,56 \text{ kN/m}$. O qual deve ser majorado de 20% à 40% por fatores de segurança. Assim tem-se que, usando 30% de majoração, obtém-se $F_{anc} = 70,93 \text{ kN/m}$. Também de forma similar ao cálculo da ficha pelo método *Free Earth Support* determina-se o ponto onde o esforço cortante é nulo ($z = 3,92 \text{ m}$) para determinar o momento fletor máximo, e encontra-se $M_{máx} = 142,06 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$.

Acima está apresentado o desenvolvimento dos cálculos para determinar o momento fletor, o comprimento da ficha e a força de ancoragem para o projeto da cortina contenção proposta, pelos métodos de *Free Earth Support* e *Fixed Earth Support*. A Tabela 4 apresenta os resultados para cada método permitindo a comparação entre os resultados obtidos. O perfil metálico deve ter especificações que suporte o momento fletor máximo quando se usa o método *Free Earth Support* é maior que o do *Fixed Earth Support*, sendo 202,72 e 142,06

kN.m/m, respectivamente. Ou seja, o esforço é menor para o método *Fixed Earth Support* o que implica na possibilidade de usar um perfil metálico um perfil metálico de menor bitola, portanto, com preço menor. No entanto, neste caso é necessário usar um comprimento maior, de 12,2 m contra 9,8 m.

Tabela 4 – Comparação entre os resultados obtidos para cada tipo de cálculo feito para as cortinas com um nível de ancoragem.

Modelo de Cálculo	Comprimento da Parede (m)	M _{máx} (kNm/m)	Esforço da Ancoragem (kN/m)
Apoio Livre	9,80	202,72	89,82
Apoio Fixo	12,20	142,06	70,93

Fonte: Próprio autor.

Para a escolha do perfil mais vantajosos é feita utilizando o catálogo do algum fornecedor com suas recomendações. Utilizamos, neste trabalho o catálogo da metalúrgica Gerdau, que fornece o valor do módulo de resistência elástica (W), que deve ser calculado utilizando a equação 21.

$$W = \frac{M_{max}}{\left(\frac{f_{ky}}{2}\right)} \quad (21)$$

Onde f_{ky} é dado na Tabela do fabricante para cada perfil. Para encontrar o perfil adequado escolhe-se um valor de f_{ky} no catálogo do fabricante, calcula o valor de W, usando o momento fletor máximo encontrado e compara com o W fornecido pelo fabricante (para o f_{ky} daquele dado perfil), escolhendo o perfil quando $W_{fornecido} \geq W_{calculado}$. Desse modo os perfis metálicos escolhidos para cada método de cálculo das cortinas são sugeridos na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação entre os perfis metálicos para cada um dos métodos.

Modelo de Cálculo	Módulo de resistência calculado	Módulo de resistência Fabricante	Especificação do perfil
Apoio Livre	415,41 cm ³ /m	448 cm ³	W 200 x 46,1 mm x kg/m
Apoio Fixo	315,34 cm ³ /m	401 cm ³	W 200 x 41,7 mm x kg/m

Fonte: Próprio autor.

Essa análise indica que o *Fixed Earth Support* é mais adequado para o projeto em questão. Pois, embora é um pouco mais cumprido, exige um esforço de ancoragem significativamente menor, e espera-se que seja mais barato por tem uma menor densidade linear de massa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho aborda o projeto de contenção de uma vala utilizando perfis de aço com pranchas de madeira. Este tipo de contenção se caracteriza por ter parte do seu comprimento enterrado no solo, o que é conhecido como “ficha”. A ficha é a responsável pela contenção do solo nesse tipo de estrutura.

Os objetivos estabelecidos nesse estudo foram alcançados, visto que foi possível calcular a ficha necessária para garantir o engastamento da estrutura de contenção no solo, que é de 6,2 m. Além disso, foi apresentada uma breve descrição do método executivo de contenção em perfis metálicos com prancha de madeira, e a contenção em perfil metálico com pranchas de madeira foi dimensionada e detalhada, utilizando perfis metálicos do tipo (W 200 x 41,7 mm x kg/m), espaçados a cada 2 metros.

As conclusões deste trabalho, obtidas através de cálculos, pesquisas e estudos, mostram que o tipo de cortina que deve ser implementada para os dados fornecidos pelo Anexo A é a cortina do método “*Fixed Earth Support*” com apenas um nível de apoio. Isso se deve ao fato de que a cortina em balanço não deve ser utilizada em contenções com desníveis superiores a 5 metros, por questão de segurança e custo-benefício. Em relação ao método “*Free Earth Support*” com um nível de apoio, o método “*Fixed Earth Support*” é mais vantajoso, apesar de apresentar um comprimento de ficha maior. Isso se deve ao fato de que ele permite utilizar um perfil metálico mais leve, devido ao momento fletor máximo ser menor, e a força que o apoio terá que fazer também ser menor. Logo, a opção do método “*Fixed Earth Support*” se torna mais viável economicamente e oferece uma maior segurança também.

Em relação ao método tradicional de preenchimento das cortinas, ou seja, com pranchas de madeira, ele não se mostrou tão eficiente quanto o pré-moldado de concreto. Pois analisados os 10 aspectos diferentes, o sistema tradicional só leva uma pequena vantagem em 3 deles: domínio de técnicas construtivas; disponibilidade de recursos; qualidade do acabamento final. Por outro lado, o sistema de pré-moldado de concreto é mais vantajoso, principalmente em relação à produção, questões ambientais e industrialização do sistema.

Como limitação deste estudo, destaca-se o fato de que este tema é muito pouco explorado ainda, o que torna a obtenção de dados e o estudo mais trabalhoso. Além disso, a complexidade do tema, que é a análise de paredes de contenção, também dificultou a realização deste trabalho. Espera-se que este estudo contribua para esta área de paredes de contenção e para trabalhos futuros relacionados ao tema, aumentando o acervo de trabalhos nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUM, H. Einspannungs verhältnisse bei Bohlwerken. Berlin, W. Ernst & Sohn, 1931.

CLAYTON, C. R. I. *et al.* Earth pressure and earth-retaining structures. 3rd ed., CRC Press, 2013.

CORNFIED, G. M. Sheet pile structures. In: WINTERKORN, H. F., FANG, H. Y. (eds), Foundation Engineering Handbook, 1st ed., New York, Litton Educational Publishing, 1975.

GERSCOVICH, D. M. S. Estabilidade de taludes. 2^a ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 194 p.

GERSCOVICH, D.; SARAMAGO, R.; DANZIGER, B. R. Contenções: teoria e aplicações em obras. 1^a ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 320 p.

GUERRA, E. S. Cálculo estático de escoramento de valas: proposta de metodologia para construção de envoltória aparente de tensões. São Paulo: EPUSP, 1982. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1982. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000714186> acessado em: 02 dez. 2022.

HACHICH, W. C. Fundações: teoria e prática. São Paulo: PINI, 1996.

JOPPERT JUNIOR, I. Fundações e contenções de edifícios: qualidade total na gestão do projeto e execução. 1^a ed., PINI, 2007. 222 p.

MAGALHÃES, M. S. Dimensionamento de estruturas de contenção atirantadas utilizando os métodos de equilíbrio limite e de elementos finitos. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2015. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2015, 192p. Disponível em: www.maxwell.vrac.puc-rio.br acessado em: 05 dez. 2022.

MARZIONNA, J. D. Sobre o cálculo estático de valas. São Paulo: EPUSP, 1979. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1979. 81p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000711372> acessado em: 15 dez. 2022.

MOLITERNO, A. Caderno de muros de arrimo. 2^a ed., São Paulo: Edgard Blücher, 1994. 208 p.

MURTHY, V. N. S. Geotechnical engineering: principle and practices of soil mechanics and foundation engineering. CRC Press, v. 1, 2002, 1066 p.

ROWE, P. W. Anchored sheet pile walls. Proceeding of the Institution of Civil Engineers, London, v. 1, 1952.

SCHITKOSKI, D. A. Avaliação de métodos de equilíbrio limite aplicados ao dimensionamento de estruturas de contenção do tipo muro embutido. Florianópolis: UFSC, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019, 91p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/202845> acessado em: 08 dez. 2022.

TACITANO, M. Análise de paredes de contenção através de método unidimensional evolutivo. Campinas: Unicamp, 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, 2006, 268p. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNICAMP-30_a34c442059c8bf0b14809bd0534f1ffa acessado em: 07 dez. 2022.

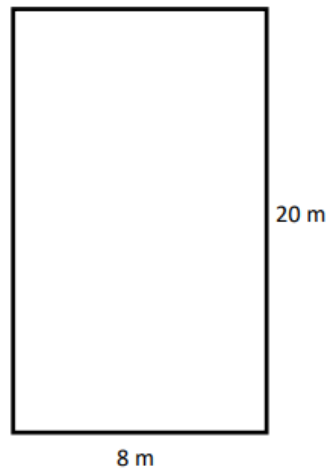
TERZAGHI, K.; PECK, R. B. Soilmechanics in engineeringpractice. 2nd ed. New York: John Wiley, 1967.

TROMBELI, G. A. Contenção com perfis de aço – Comparação entre sistema tradicional e o sistema com pré-moldado de concreto. São Paulo: EPUSP, 2008 Monografia de MBA de (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008, 68p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/1ecb52fe-ab5d-4554-9481-3fa283ba014a/GustavoAugustoTrombeli%20-%20PI.pdf> acessado em: 13 dez. 2022.

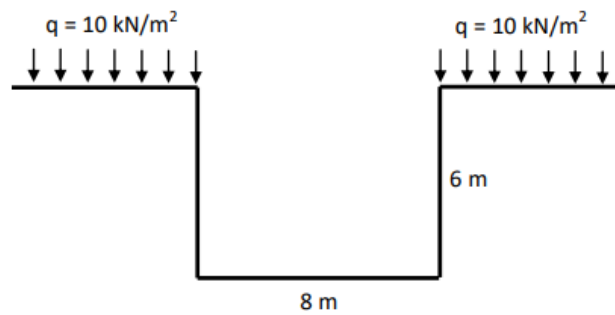
TSCHEBOTARIOFF, G. P. Foundations, retaining and earth structures. 2nd Edition. New York, McGraw Hill, 1973.

**ANEXO A – ÁREA A SER PROJETADA A CONTENÇÃO E PERFIL DE
SONDAGEM DISPONIBILIZADO PELO ORIENTADOR.**

- Planta



- Perfil



- Solo

Areia pouco argilosa

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$S = 3 + \sigma \cdot \tan 25^\circ \text{ (kPa)}$$

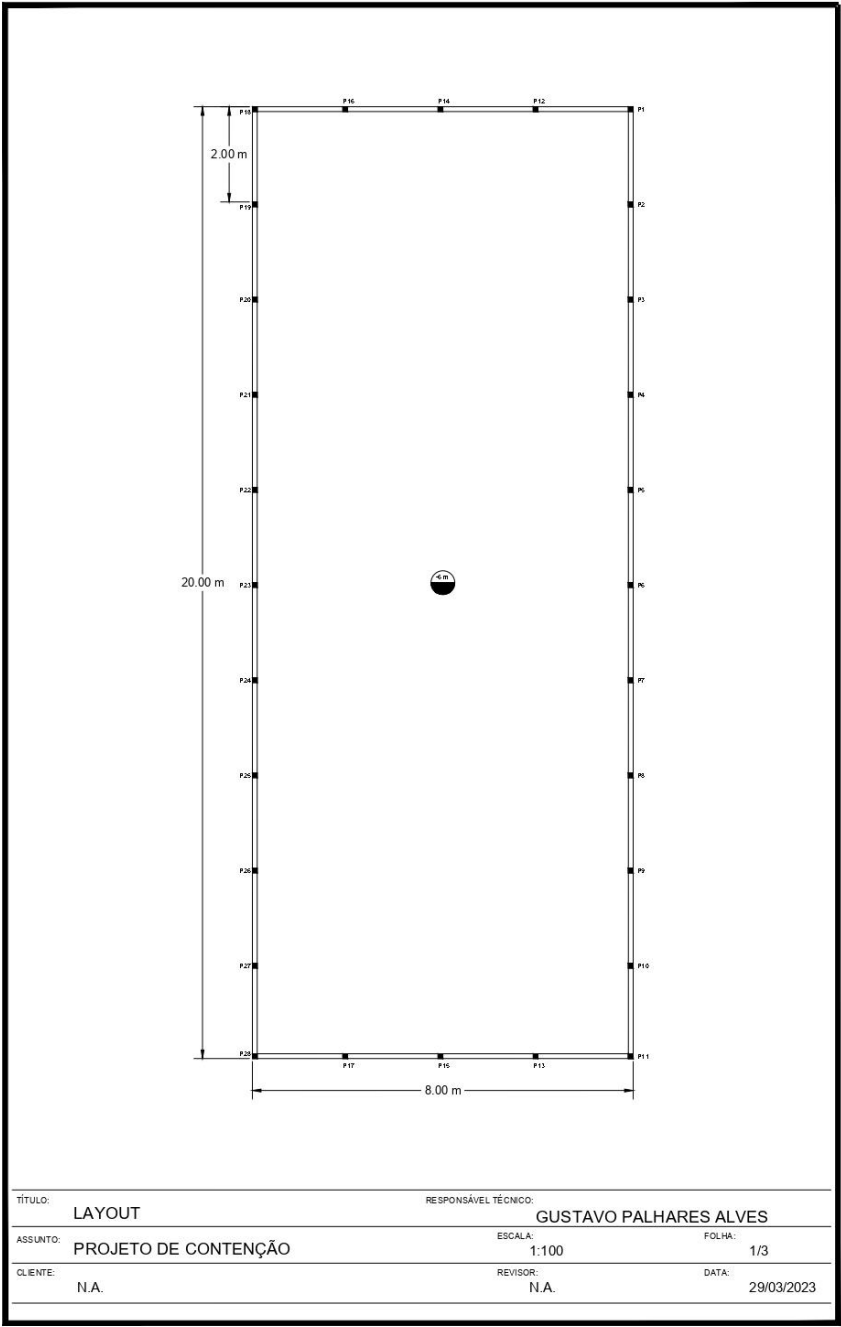
[illegible]

ANEXO B- CATALOGO DOS PERFIS METÁLICOS DA GERDAU.

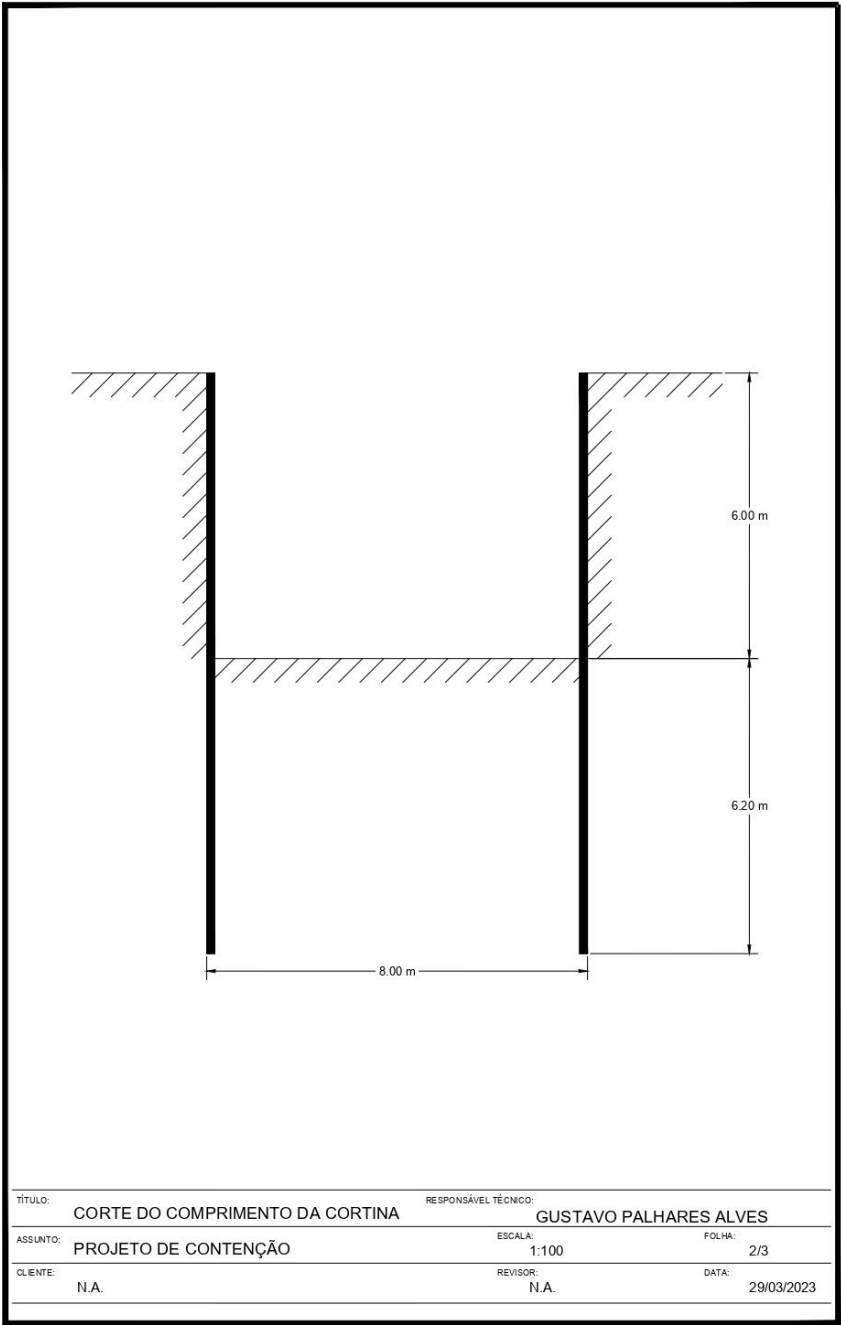
CARGA ADMISSÍVEL ESTRUTURAL																				PERFIS H									
*Carga admissível estrutural de acordo com a NBR 8800:2008. A carga admissível a ser adotada para a estaca deverá atender também à carga admissível geotécnica, obtida após a análise dos parâmetros geotécnicos onde a estaca será cravada.																				PERFIS I									
BITOLA DESIGNAÇÃO mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b _s mm	Espessura		h mm	d' mm	R mm	Área Bruta A _s cm ²	Perímetro U cm	Eixo X-X		Eixo Y-Y		1,0 mm de desc. no perímetro	Retângulo Envolvente	Esbelteza Local de acordo com a NBR 8800:2008			* CARGA ADMISSÍVEL (Q, A's, f _y)/1,65		BITOLA DESIGNAÇÃO mm x kg/m							
				t _s mm	t _w mm						I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³			Mesa b _s /2t _s λ ₁	Alma d'/t _w λ ₂₀	Coef. Red. Q	f _y (Mpa) 345 kN	f _y (tf/cm ²) 3,5 tf								
W 150 x 22,5	22,5	152	152	5,8	6,6	139	119	10,0	29,0	88	1229	162	387	51	20,1	231	11,52	20,48	1,000	421	43	W 150 x 22,5							
W 150 x 29,8	29,8	157	153	6,6	9,3	138	118	10,0	37,5	90	1739	221	556	73	29,5	240	8,23	17,94	1,000	617	63	W 150 x 29,8							
W 150 x 37,1	37,1	162	154	8,1	11,6	139	119	10,0	47,8	91	2244	277	707	92	38,8	249	6,64	14,67	1,000	811	83	W 150 x 37,1							
W 200 x 35,9	35,9	201	165	6,2	10,2	181	161	10,0	45,7	103	3437	342	764	93	35,4	332	8,09	25,90	1,000	740	75	W 200 x 35,9							
W 200 x 41,7	41,7	205	166	7,2	11,8	181	161	10,0	53,5	104	4114	401	901	109	43,1	340	7,03	21,86	1,000	901	92	W 200 x 41,7							
W 200 x 46,1	46,1	203	203	7,2	11,0	181	161	10,0	58,6	119	4543	448	1535	151	46,7	412	9,23	22,36	1,000	976	100	W 200 x 46,1							
W 200 x 52,0	52,0	206	204	7,9	12,6	181	161	10,0	66,9	119	5398	514	1784	175	55,0	420	8,10	19,85	1,000	1150	117	W 200 x 52,0							
HP 200 x 53,0	53,0	204	207	11,3	11,3	181	161	10,0	68,1	120	4977	488	1673	162	56,2	422	9,16	14,28	1,000	1175	120	HP 200 x 53,0							
W 200 x 59,0	59,0	210	205	9,1	14,2	182	168	12,0	76,0	120	6140	585	2041	199	64,0	431	7,22	17,32	1,000	1338	136	W 200 x 59,0							
W 200 x 71,0	71,0	216	206	10,2	17,4	181	161	10,0	91,0	122	7660	709	2537	246	78,8	445	5,92	15,80	1,000	1649	168	W 200 x 71,0							
W 200 x 86,0	86,0	222	209	13,0	20,6	181	161	10,0	110,9	123	9438	856	3139	300	98,5	464	5,07	12,06	1,000	2660	210	W 200 x 86,0							
HP 250 x 100,0*	100,0	229	210	14,5	23,7	182	158	12,0	127,1	125	11355	992	3664	349	114,6	481	4,43	10,87	1,000	2397	244	HP 250 x 100,0*							
HP 250 x 62,0	62,0	246	256	10,5	10,7	225	201	12,0	79,6	147	8728	710	2995	274	64,9	630	11,96	19,10	1,000	1366	138	HP 250 x 62,0							
W 250 x 73,0	73,0	253	254	8,6	14,2	225	201	12,0	92,7	148	11257	890	3890	306	77,8	643	8,94	23,33	1,000	1628	166	W 250 x 73,0							
W 250 x 80,0	80,0	294	296	9,4	15,6	225	201	12,0	101,9	149	13550	980	4313	338	87,0	653	8,17	21,36	1,000	1819	185	W 250 x 80,0							
HP 250 x 85,0	85,0	294	260	14,4	14,4	225	201	12,0	108,5	150	12280	967	4225	325	93,6	660	9,03	13,97	1,000	1956	199	HP 250 x 85,0							
W 250 x 89,0	89,0	260	256	10,7	17,3	225	201	12,0	113,9	150	14237	1056	4841	378	98,9	686	7,40	16,82	1,000	2068	211	W 250 x 89,0							
W 250 x 101,0	101,0	264	257	11,9	19,6	225	201	12,0	128,7	151	16352	1239	5549	432	113,6	678	6,56	16,87	1,000	2376	242	W 250 x 101,0							
W 250 x 115,0	115,0	269	259	13,5	22,1	225	201	12,0	146,1	153	18920	1407	6405	495	130,8	697	5,86	14,87	1,000	2735	279	W 250 x 115,0							
W 250 x 131,0*	131,0	275	261	15,4	25,1	225	193	16,0	167,8	154	22243	1618	7448	571	152,5	718	5,20	12,52	1,000	3188	325	W 250 x 131,0*							
W 250 x 149,0*	149,0	282	263	17,3	28,4	225	193	16,0	190,5	155	26027	1846	8624	656	175,0	742	4,63	11,17	1,000	3659	373	W 250 x 149,0*							
W 250 x 167,0*	167,0	289	265	19,2	31,8	225	193	16,0	214,0	157	30110	2084	9880	746	198,3	766	4,17	10,07	1,000	4146	423	W 250 x 167,0*							
HP 310 x 79,0	79,0	299	306	11,0	11,0	277	245	16,0	100,0	177	16316	1091	5258	344	82,3	915	13,91	22,27	0,988	1699	173	HP 310 x 79,0							
HP 310 x 93,0	93,0	303	308	13,1	13,1	277	245	16,0	119,2	178	19682	1299	6387	415	101,3	933	11,76	18,69	1,000	2118	216	HP 310 x 93,0							
W 310 x 97,0	97,0	308	305	9,9	15,4	277	245	16,0	123,6	179	22284	1477	7286	478	105,7	939	9,90	24,77	1,000	2210	225	W 310 x 97,0							
W 310 x 107,0	107,0	311	306	10,9	17,0	277	245	16,0	136,4	180	24839	1597	8123	531	118,5	952	9,00	22,48	1,000	2477	253	W 310 x 107,0							
HP 310 x 110,0	110,0	308	310	15,4	15,5	277	245	16,0	141,0	180	23703	1539	7707	497	123,0	955	10,00	15,91	1,000	2571	262	HP 310 x 110,0							
W 310 x 117,0	117,0	314	307	11,9	18,7	277	245	16,0	149,9	180	27563	1756	9024	588	131,9	964	8,21	20,55	1,000	2758	281	W 310 x 117,0							
HP 310 x 125,0	125,0	312	312	17,4	17,4	277	245	16,0	159,0	181	27076	1738	8823	566	140,9	973	8,97	14,09	1,000	2946	300	HP 310 x 125,0							
W 310 x 129,0*	129,0	318	308	13,1	20,6	277	245	16,0	165,4	181	30819	1938	10039	652	147,2	979	7,48	18,69	1,000	3078	314	W 310 x 129,0*							
HP 310 x 132,0	132,0	314	313	18,3	18,3	277	245	16,0	167,5	182	28731	1830	9371	599	149,4	983	8,55	13,41	1,000	3123	318	HP 310 x 132,0							
W 310 x 143,0*	143,0	323	309	14,0	22,9	277	245	16,0	182,5	183	34812	2156	11270	729	164,3	998	6,75	17,51	1,000	3435	350	W 310 x 143,0*							
W 310 x 158,0*	158,0	327	310	15,5	25,1	277	245	16,0	200,7	184	38681	2366	12474	805	182,4	1014	6,18	15,79	1,000	3813	389	W 310 x 158,0*							
W 310 x 179,0*	179,0	333	313	18,0	28,1	277	245	16,0	227,9	185	44580	2677	14378	919	209,4	1042	5,57	13,60	1,000	4378	446	W 310 x 179,0*							
W 310 x 202,0*	202,0	341	315	20,1	31,8	277	245	16,0	258,3	187	52030	3052	16589	1053	239,6	1074	4,95	12,21	1,000	5009	511	W 310 x 202,0*							
W 360 x 91,0	91,0	353	254	9,5	16,4	320	288	16,0	115,9	168	26755	1516	4483	353	99,2	897	7,74	30,34	1,000	2074	211	W 360 x 91,0							
W 360 x 101,0	101,0	357	255	10,5	18,3	320	286	17,0	129,5	168	30279	1686	5063	397	112,6	910	6,97	27,28	1,000	2355	240	W 360 x 101,0							
W 360 x 110,0	110,0	360	256	11,4	19,9	320	288	16,0	140,6	169	33155	1842	5570	435	123,7	922	6,43	25,26	1,000	2585	264	W 360 x 110,0							
W 360 x 122,0	122,0	363	257	13,0	21,7	320	288	16,0	155,3	170	36589	2016	6147	478	138,3	933	5,92	22,12	1,000	2891	295	W 360 x 122,0							
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	10,0	16,6	67	635	86	82	16	9,9	148	10,20	27,49	1,000	207	21	W 150 x 13,0							
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	10,0	22,4	69	939	123	126	25	16,5	156	7,18	20,48	1,000	346	35	W 150 x 18,0							
W 150 x 24,0	24,0	160	102	6,6	10,3	139	115	12,0	31,5	69	1394	173	183	36	24,5	163	4,95	17,48	1,000	512	52	W 150 x 24,0							
W 200 x 15,0	15,0	200	100	4,3	5,2	190	170	10,0	19,4	77	1305	139	87	17	11,7	203	9,62	39,44	0,973	237	24	W 200 x 15,0							
W 200 x 19,3	19,3	203	102	5,8	6,5	190	170	10,0	25,1	79	1486	166	116	23	17,3	207	7,85	29,31	1,000	361	37	W 200 x 19,3							
W 200 x 22,5	22,5	206	102	6,2	8,0	190	170	10,0	29,0	79	2029	197	142	28	21,1	210	6,38	27,42	1,000	440	45	W 200 x 22,5							
W 200 x 26,6	26,6	207	133	5,8	8,4	190	170	10,0	34,2	92	2611	252	330	50	25,1	215	7,92	29,34	1,000	524	53	W 200 x 26,6							
W 200 x 31,3	31,3	210	134	6,4	10,2	190	170	10,0	40,3	93	3168	302	410	61	31,1	281	6,57	26,50	1,000	650	66	W 200 x 31,3							
W 250 x 17,9	17,9	251	101	4,8	5,3	240	220	10,0	23,1	88	2291	183	91	18	14,3	294	9,53	45,92	0,921	276	28	W 250 x 17,9							
W 250 x 22,3,																													

PERFIS I																							
W 310 x 23.8	23.8	305	101	5.6	6.7	292	272	10.0	30.7	99	4346	285	116	23	20.9	308	7.54	48.50	0.897	391	40	W 310 x 23.8	
W 310 x 28.3	28.3	309	102	6.0	8.9	291	271	10.0	36.5	100	5500	358	158	31	26.5	315	5.73	45.30	0.928	514	52	W 310 x 28.3	
W 310 x 32.7	32.7	313	102	6.6	10.8	291	271	10.0	42.1	100	8570	420	192	38	32.1	319	4.72	41.12	0.958	642	66	W 310 x 32.7	
W 310 x 36.7	36.7	310	165	5.8	9.7	291	271	10.0	49.7	125	8851	554	727	88	37.2	512	8.51	46.66	0.942	733	75	W 310 x 36.7	
W 310 x 44.5	44.5	313	166	6.6	11.2	291	271	10.0	57.2	126	9997	639	855	103	44.6	520	7.41	41.00	0.970	905	92	W 310 x 44.5	
W 310 x 62.0	62.0	317	167	7.6	13.2	291	271	10.0	67.0	127	11969	751	1026	123	54.3	529	6.33	35.61	1.000	1136	116	W 310 x 62.0	
W 310 x 60.0*	60.0	303	203	7.5	13.1	277	245	16.0	76.1	138	12908	852	1829	180	62.4	615	7.75	32.64	1.000	1304	133	W 310 x 60.0*	
W 310 x 67.0*	67.0	306	204	8.5	14.6	277	245	16.0	85.3	138	14559	952	2069	203	71.5	624	6.99	28.80	1.000	1494	152	W 310 x 67.0*	
W 310 x 74.0*	74.0	310	205	9.4	16.3	277	245	16.0	95.1	139	16501	1065	2344	229	81.2	636	6.29	26.11	1.000	1697	173	W 310 x 74.0*	
W 360 x 32.9	32.9	349	127	5.8	8.5	332	308	12.0	42.1	117	10331	479	291	46	30.3	443	7.47	53.10	0.888	563	57	W 360 x 32.9	
W 360 x 39.0	39.0	353	128	6.5	10.7	332	308	12.0	50.2	118	10331	585	375	59	38.3	452	5.98	47.32	0.923	740	75	W 360 x 39.0	
W 360 x 44.6	44.6	352	171	6.9	9.8	332	308	12.0	57.7	135	12258	696	818	96	44.2	602	8.72	44.70	0.943	870	89	W 360 x 44.6	
W 360 x 51.0	51.0	355	171	7.2	11.6	332	308	12.0	64.8	136	14222	801	968	113	51.2	607	7.37	42.75	0.957	1025	104	W 360 x 51.0	
W 360 x 58.0	57.8	358	172	7.9	13.1	332	308	12.0	72.5	137	16143	902	1113	129	58.8	616	6.56	38.96	0.979	1204	123	W 360 x 58.0	
W 360 x 64.0	64.0	347	203	7.7	13.5	320	288	16.0	81.6	146	17890	1031	1885	186	67.0	704	7.52	37.40	0.991	1388	142	W 360 x 64.0	
W 360 x 72.0	72.0	350	204	8.6	15.1	320	288	16.0	91.3	147	20169	1152	2140	210	76.6	714	6.75	33.47	1.000	1602	163	W 360 x 72.0	
W 360 x 79.0	79.0	354	205	9.4	16.8	320	288	16.0	101.2	148	22713	1283	2416	236	86.4	726	6.10	30.68	1.000	1806	184	W 360 x 79.0	
W 410 x 38.8	38.8	399	140	6.4	8.8	381	357	12.0	50.3	132	12177	640	404	58	37.0	559	7.95	55.84	0.866	671	68	W 410 x 38.8	
W 410 x 46.1	46.1	403	140	7.0	11.2	381	357	12.0	59.2	133	15690	779	514	73	45.9	564	6.25	50.94	0.900	864	88	W 410 x 46.1	
W 410 x 53.0	53.0	403	177	7.5	10.9	381	357	12.0	68.4	148	18734	930	1009	114	53.6	713	8.12	47.63	0.923	1035	106	W 410 x 53.0	
W 410 x 60.0	60.0	407	178	7.7	12.8	381	357	12.0	76.2	149	21707	1067	1205	135	61.3	724	6.95	46.42	0.935	1198	122	W 410 x 60.0	
W 410 x 67.0	67.0	410	179	8.8	14.4	381	357	12.0	86.3	150	24678	1204	1379	154	71.4	734	6.22	40.59	0.967	1443	147	W 410 x 67.0	
W 410 x 75.0	75.0	413	180	9.7	16.0	381	357	12.0	95.8	151	27616	1337	1559	173	80.7	743	5.63	36.90	0.992	1674	171	W 410 x 75.0	
W 410 x 85.0	85.0	417	181	10.9	18.2	381	357	12.0	108.6	152	31658	1518	1804	199	93.4	755	4.97	32.72	1.000	1954	199	W 410 x 85.0	
W 460 x 52.0	52.0	450	152	7.6	10.8	428	404	12.0	66.6	147	21370	950	634	83	51.9	684	7.04	53.71	0.878	953	97	W 460 x 52.0	
W 460 x 60.0	60.0	455	153	8.0	13.3	428	404	12.0	76.2	149	25652	1128	798	104	61.4	696	5.75	49.55	0.901	1156	118	W 460 x 60.0	
W 460 x 68.0	68.0	459	154	9.1	15.4	428	404	12.0	87.6	150	29851	1301	941	122	72.7	707	5.00	44.42	0.937	1423	145	W 460 x 68.0	
W 460 x 74.0	74.0	457	190	9.0	14.5	428	404	12.0	94.9	164	33415	1462	1661	175	78.5	868	6.55	44.89	0.939	1542	157	W 460 x 74.0	
W 460 x 82.0	82.0	460	191	9.9	16.0	428	404	12.0	104.7	164	37157	1616	1862	195	88.3	879	5.97	40.81	0.964	1780	181	W 460 x 82.0	
W 460 x 89.0	89.0	463	192	10.5	17.7	428	404	12.0	114.1	165	41105	1776	2093	218	97.6	889	5.42	38.44	0.980	2000	204	W 460 x 89.0	
W 460 x 97.0	97.0	466	193	11.4	19.0	428	404	12.0	123.4	166	44658	1917	2283	237	106.8	899	5.08	35.44	1.000	2232	228	W 460 x 97.0	
W 460 x 106.0	106.0	469	194	12.6	20.8	428	404	12.0	135.1	167	49578	2089	2515	259	118.4	910	4.71	32.95	1.000	2475	252	W 460 x 106.0	
W 530 x 65.0	65.0	525	185	8.9	11.4	502	478	12.0	83.6	167	34971	1332	857	104	68.8	886	7.24	53.73	0.882	1205	123	W 530 x 65.0	
W 530 x 72.0	72.0	524	202	9.0	10.9	502	478	12.0	91.6	168	39863	1526	1615	156	73.2	1085	9.50	53.13	0.876	1340	137	W 530 x 72.0	
W 530 x 74.0	74.0	529	166	9.7	13.6	502	478	12.0	95.1	168	40868	1549	1041	125	78.2	878	6.10	49.26	0.894	1463	149	W 530 x 74.0	
W 530 x 82.0	82.0	538	209	9.5	13.3	501	477	12.0	104.5	185	47369	1802	2028	194	85.9	1104	7.86	50.25	0.900	1618	165	W 530 x 82.0	
W 530 x 85.0	85.0	535	166	10.3	16.5	502	478	12.0	107.7	169	48453	1811	1263	152	90.8	888	5.03	46.41	0.918	1743	178	W 530 x 85.0	
W 530 x 92.0	92.0	533	209	10.2	15.6	502	478	12.0	117.6	186	53157	2070	2379	228	99.0	1114	6.70	46.84	0.923	1911	195	W 530 x 92.0	
W 530 x 101.0	101.0	537	210	10.9	17.4	502	470	16.0	130.0	186	62198	2317	2693	256	111.4	1128	6.03	43.14	0.948	2208	225	W 530 x 101.0	
W 530 x 109.0	109.0	539	211	11.6	18.8	501	469	16.0	139.7	187	67226	2494	2952	280	121.0	1137	5.61	40.47	0.965	2442	249	W 530 x 109.0	
W 530 x 123.0*	123.0	544	212	13.1	21.2	502	470	16.0	157.8	188	76577	2815	3378	319	139.0	1153	5.00	35.85	1.000	2906	296	W 530 x 123.0*	
W 530 x 138.0*	138.0	549	214	14.7	23.8	501	469	16.0	177.8	190	87079	3172	3904	365	158.8	1175	4.50	31.93	1.000	3320	339	W 530 x 138.0*	
W 610 x 82.0	82.0	599	178	10.0	12.8	573	541	16.0	105.1	186	56628	1891	1210	136	86.5	1066	6.95	54.14	0.858	1552	158	W 610 x 82.0	
W 610 x 92.0	92.0	603	179	10.9	15.0	573	541	16.0	118.4	187	65277	2165	1442	161	99.6	1079	5.97	49.63	0.889	1852	189	W 610 x 92.0	
W 610 x 101.0	101.0	603	228	10.5	14.9	573	541	16.0	130.3	207	77003	2554	2951	259	109.6	1375	7.65	51.54	0.893	2047	209	W 610 x 101.0	
W 610 x 113.0	113.0	608	228	11.2	17.3	573	541	16.0	145.3	208	88196	2901	3426	301	124.5	1386	6.59	48.34	0.914	2380	243	W 610 x 113.0	
W 610 x 125.0	125.0	612	229	11.9	19.6	573	541	16.0	160.1	209	99184	3241	3933	344	139.2	1401	5.84	45.45	0.933	2717	277	W 610 x 125.0	
W 610 x 140.0	140.0	617	230	13.1	22.2	573	541	16.0	179.3	211	112619	3651	4515	393	158.3	1419	5.18	41.27	0.960	3177	324	W 610 x 140.0	
W 610 x 163.0*	163.0	623	229	14.0	24.9	573	541	16.0	196.5	211	125783	4038	4999	437	175.4	1427	4.60	38.66	0.978	3587	366	W 610 x 163.0*	
W 610 x 155.0	155.0	611	324	12.7	19.0	573	541	16.0	198.1	247	129583	4292	10783	666	173.4	1980	8.53	42.60	0.957	3471	354	W 610 x 155.0	
W 610 x 174.0	174.0	616	325	14.0	21.6	573	541	16.0	222.8	248	147754	4747	12374	761	198.0	2002	7.52	38.63	0.981	4060	414	W 610 x 174.0	
W 610 x 195.0	195.0	622	327	15.5	24.4	573	541	16.0	250.0	249	168484	5471	14240	871	225.1	2034	6.70	35.14	1.000	4707	480	W 610 x 195.0	
W 610 x 217.0	217.0	628	328	16.5	27.7	573	541	16.0	278.4	251	191395	6095	16316	995	253.3	2060	5.92	32.76	1.000	5297	540	W 610 x 217.0	

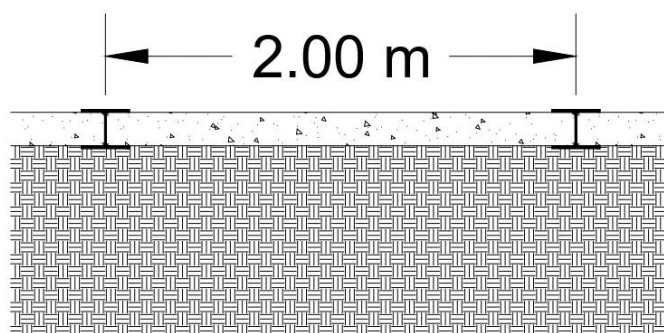
ANEXO C- LAYOUT POSICIONAMENTO DOS PERFIS METÁLICOS NO TERRENO.



ANEXO D- CORTE MOSTRANDO O COMPRIMENTO DO PERFIL METÁLICO DA CORTINA DE CONTENÇÃO.



**ANEXO E – CORTE TRANSVERSAL DA CORTINA PRANCHA
POSSIBILITANDO VER O ESPAÇAMENTO ENTRE OS PERFIS METÁLICOS
CRAVADOS.**



TÍTULO:	CORTE TRANSVERSAL			RESPONSÁVEL TÉCNICO:	GUSTAVO PALHARES ALVES	
ASSUNTO:	PROJETO DE CONTENÇÃO			ESCALA:	1:20	FOLHA: 3/3
CLIENTE:	N.A.			REVISOR:	N.A.	DATA: 29/03/2023