

## **FALHAS ESTRUTURAIS NO MURO DE ARRIMO DE PARINTINS: FATORES ANTROPICOS, CONSTRUTIVOS E NATURAIS.**

Yan Kelvin Rodrigues Siqueira, acadêmico de Engenharia Civil no Centro Universitário do Norte – Uninorte, Manaus, e-mail: [kelvin\\_yan@outlook.com](mailto:kelvin_yan@outlook.com).

### **RESUMO**

Muros de arrimo também chamados de muros de contenção são estruturas projetadas para atuar na contenção de maciços de terra principalmente na estabilização de encostas e taludes. Podendo ser empregada em sua construção uma variedade de materiais dependendo do ambiente em que será empregado.

Em Parintins devido ao combinado de desenvolvimento urbano não planejado, intervenções humanas ao ambiente e a ação da própria natureza, a estrutura do muro de arrimo que se estende ao longo de sua orla apresenta sérios riscos de desmoronamentos em vários trechos.

Por meio de pesquisa de campo, análise de observações e investigação a respeito do histórico construtivo da estrutura é possível apontar e definir quais principais fatores que influenciam na deterioração do muro de arrimo da cidade.

Assim é possível elaborar sugestões e medidas preventivas viáveis para intervir de forma positiva na situação.

**Palavra - Chaves:** MURO; CONTENÇÃO; PARINTINS.

### **Abstract**

Arrest-plows are also called the containment walls designed to act in the contention of continental terraces masses in the stabilization of slopes and slopes. It can be used in its construction.

In Parintins, due to the set of unplanned urban work projects, the action to the environment and the action of nature itself, the structure of the retaining wall that extends throughout its presentation presents seven risks of landslides in several stretches.

Through field research, opinion analysis and research on the constructive indicators of the change of perspective and trend, the main factors that influence the deterioration of the city wall.

You can become noticeable and prevent the loss of power to a positive situation in the situation

**Palavra - Chaves:** WALL; CONTENT; PARINTINS.

## **INTRODUÇÃO**

Murros de arrimo também chamados de muros de contenção são estruturas projetadas para atuar na contenção de maciços de terra principalmente na estabilização de encostas e taludes. Podendo ser empregada em sua construção uma variedade de materiais dependendo do ambiente em que será empregado.

No do interior do estado do Amazonas é comum à utilização desse tipo de estrutura na proteção das encostas dos municípios localizados as margens do Rio Amazonas como nas cidades de Parintins, Itacoatiara, Borba entre outros.

Em Parintins devido ao combinado de desenvolvimento urbano não planejado, intervenções humanas ao ambiente e ação da própria natureza, a estrutura do muro de arrimo que se estende ao longo de sua orla apresenta sérios riscos de desmoronamentos em vários trechos. Pondo em risco a segurança de sua comunidade, seu patrimônio histórico cultural, além de ocasionar prejuízos a sua economia por se tratar de uma cidade conhecida por seu potencial turístico.

O estudo das anomalias causadas por esse combinado de fatores é de fundamental importância para o entendimento de como funciona a interação da estrutura com seu ambiente e assim encontrar possíveis soluções ou mudanças para sanar tais patologias.

### **1. LOCALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO**

Parintins é um município brasileiro situado no interior do estado do Amazonas, distante aproximadamente 396 quilômetros da capital Manaus. Possui segundo senso de 2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) uma população estimada de 113 168 (cento e treze mil, cento e sessenta e oito) habitantes. Sua área é de 5 952 (cinco mil, novecentos e cinquenta e dois)km<sup>2</sup>.



Figura1: Mapa do município de Parintins – AM. Fonte: Google Earth.

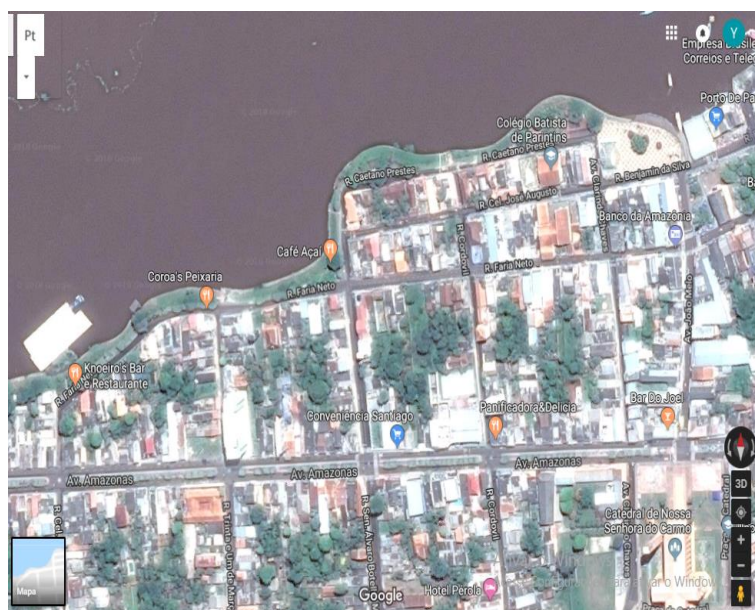


Figura 2: Área do estudo. Fonte: Google Earth.

## 2. OBJETIVO GERAL

Apontar os principais fatores que simultaneamente atuaram e originaram o surgimento de patologias na estrutura do muro do município de Parintins, a forma como ocorrem e a interação de estrutura e ambiente.

### **3. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Apresentar os principais fatores que em ação conjunta atuam sobre a estrutura de contenção situada na orla do município de Parintins corroborando para o surgimento de suas patologias.

### **4. METODOLOGIA**

Para elaboração deste trabalho realização de pesquisa de campo na local de estudo dividida em duas fases: primeira fase de observação da estrutura e segunda fase período de observação do ambiente em que se encontra a estrutura.

Pesquisa de campo consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los (LAKATOS, E. M.: MARCONE M. A.).

#### **4.1. Primeira fase**

A primeira fase da pesquisa de campo foi realizada no período de 18 de dezembro de 2017 a 22 de dezembro de 2017. Nesta fase buscou-se observar as características físicas e estruturais do muro de arrimo, bem como os elementos que compõem o sistema de contenção de maciço. Nessa fase também foi necessária investigação dos métodos construtivos do muro, os motivos que levaram a necessidade de sua construção e como se sucedeu sua execução.

#### **4.2. Segunda fase**

A segunda fase da pesquisa de campo foi realizada no período de 15 de janeiro de 2018 a 19 de janeiro de 2018. Nessa fase buscou-se observar as características do ambiente em torno do local de estudo delimitado, sua interação e influência com o sistema de contenção.

## **5. RESULTADO**

Estrutura de contenção de maciços classificada como muro de arrimo por gravidade construída em concreto não fazendo utilização armadura de ferragens, também não faz uso de fundações profundas, sendo unicamente sua base apoiada no solo às margens do Rio Amazonas.

A estrutura está localizada à margem direita do Rio Amazonas exposto à ação da interação da pressão que a correnteza das águas exerce sobre o solo de suas fundações.

Acima do muro tem-se um talude artificial confeccionado por corte na sua construção. O talude é revestido por uma camada de vegetação baixa com a presença de poucas árvores de pequeno e médio porte.

Tanto as edificações residenciais quanto as edificações comerciais em seu entrono distam aproximadamente 5 metros da crista do talude artificial.

O trecho correspondente ao encontro da Rua Caetano Prestes apresenta cratera originada de um escorregamento de maciço, nota-se o colapso da estrutura. Na mesma localidade encontram-se elementos de interdição da via pública para impedir tráfego de veículos.

Ao início da Rua Faria Neto na altura de onde está situado o bar e restaurante Buteco do Verçosa estrutura apresenta colapso da estrutura, porém sem escorregamento de maciços.

### **5.1 Patologias**

O termo patologia é derivado do grego (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) e significa "estudo da doença". Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações.

Após análise dos períodos de observação da estrutura e do ambiente com o qual a mesma interage foram identificadas patologias, que seguindo as

normatizações do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícia de Engenharia (IBAPE) podem ser classificadas quanto a sua origem:

- Endógena: Originaria da própria edificação (projeto, materiais e execução).
- Exógena: Originaria de fatores externos a edificação, provocados por terceiros.
- Naturais: Originaria de fenômenos da natureza

### **5.1.1 Patologias Endógenas - Fatores Construtivos**

Os fatores construtivos se relacionam as técnicas da construção civil empregadas em sua construção.

Tipo de muro e material utilizado

Os muros de arrimo podem ser divididos e subdivididos de várias formas levando em consideração diversos fatores como: materiais e técnicas utilizadas em sua construção.

O muro de arrimo, projetado e executado na orla da cidade, é classificado como muro de gravidade no qual o próprio peso do muro, apenas com sua base apoiada sobre o solo sem uso de fundações profundas, suporta as cargas provenientes do maciço de terra (empuxo ativo) e cargas externas que atuam sobre o mesmo. Entre tanto a funcionalidade desse tipo de construção não foi planejada para atuar nas circunstâncias e na realidade da região em que foi implantado, apresentando já na primeira década dos anos 2000 (figura 4), os primeiros focos de falhas estruturais como fissuras, trincas, rachaduras e até mesmo colapso de sua estrutura resultando em escorregamento de parte do maciço ocorrido em 2016 como mostrado na figura (5).



Figura3: Muro de arrimo na região do Comunas Bar Rua Caetano Prestes Fonte: Marques J. A. L.



Figura 4: Muro de arrimo na região do Comunas Bar Rua Caetano Preste Fonte: Marques J. A.L



Figura 5: Escorregamento de maciço ocorrido em 2016. Fonte: Daniel Sicsú

### **5.1.2 Patologias Exógenas - Fatores Antrópicos**

Define-se por fatores antrópicos como todos e quais querem fatores relacionados à ação humana que influenciam no ambiente natural da área de estudo delimitada.

#### **5.1.2.1 Remoção de camada de rochas naturais**

Após a retirada da proteção rochosa, o solo na qual a base do muro de arrimo está apoiado passou a sofrer influência da correnteza do rio Amazonas por meio de fenômeno conhecido como “terras caídas” comum na região amazônica, na qual devido à pressão gerada pela força e velocidade da água ocorre a sedimentação dos barrancos às margens do rio seguidos do escorregamento da parte superior do talude devido à ausência de sua base. No caso do muro de arrimo devido à ausência de fundações profundas e o solapamento, escavação de sua base, a estrutura fica sem sustentação, fazendo com que não haja forças normais verticais combatendo os esforços gerados pelo peso próprio do muro, cargas normais e cargas externas que atuam no solo. Tal situação provoca ondulações, flambagem, na extensão do muro o que exige uma alta resistência a flexão que, devido a não utilização de concreto armado em sua construção a estrutura não possui resultando em colapsos e conseqüentemente escorregamento de terras nas regiões afetadas, além de causar avarias na continuidade da estrutura do muro.





Figura 6: Deformação da estrutura de vido a ausência de sua base de apoio. Fonte: Jornal Repórter Parintins

#### 5.1.2.2 Edificações residenciais e comerciais

Assim como todas as terras descobertas via transporte fluvial, a primeira região a se desenvolver na cidade foi a região localizada na parte frontal da localidade situada próxima às margens do rio Amazonas. Devido a não existência, no início do desenvolvimento da cidade, de normas ou de um plano diretor municipal a se seguir não é respeitada nenhuma margem de segurança entre a extremidade da orla e o início de construção de edificações residenciais ou comerciais como apresentado nas figuras (7) e figura (8). Essas construções acabam por sua vez gerando cargas (tensões) que são transmitidas, por meio de suas fundações ao solo e consequentemente também são transmitidas ao muro de arrimo, ou seja, as edificações geram um acréscimo de esforços a qual a estrutura do muro deve resistir (figura 9).

O fenômeno de propagação das tensões de uma edificação para o solo é conhecido como bulbo de tensão no qual as

Da mesma forma que residências e comércios foram construídos sem planejamento, algumas vias públicas também foram implantadas na extensão da orla sem se respeitar nenhuma margem de segurança para sua construção. Tal situação proporcionou por décadas o livre tráfego de veículos constante o que gera mais um acréscimo de esforço à ser suportado pela estrutura, que será aplicado por

toda a extensão do trajeto percorrido por determinado veículo que trafega a localidade estudada, podendo também ter sua intensidade variada dependendo de seu módulo de velocidade, visto que um veículo lento exerce uma carga mais prolongada e equivalentemente maior que um veículo em alta velocidade que exerce um esforço por um tempo reduzido em cada ponto do percurso que percorre.



Figura 7: Rua Caetano Prestes. Fonte: Autor



Figura 8: Buteco do Verçosa e início da Rua Faria Neto já interditada. Fonte: Autor

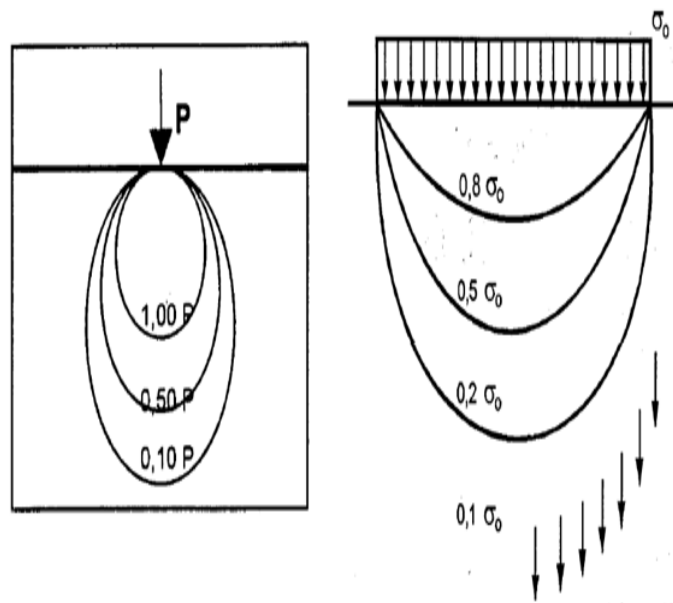


Figura 9: Exemplificação de propagação de tensão no solo Fonte: professor.pucgoias.edu.br/

### 5.1.2.3 Utilização da Estrutura como Ponto de Atracação de Embarcações

Outro grande contribuinte para o excesso de carga recebida pela estrutura se deve ao fato que durante o período em que é realizado o Festival Folclórico de Parintins, festejado no último final de semana do mês de junho, e logo em seguida as comemorações em honra a Nossa Senhora do Carmo padroeira da cidade, realizada no período de 6 a 16 de julho, a ilha sofre um aumento exponencial de visitantes cujos principais meios de acesso são os transportes fluviais, é comum que devido à insuficiência do porto da cidade em atender a sua demanda as embarcações usem o muro de arrimo como local de atracação de barcos, situação que ocorre ao longo de toda sua extensão. Tal prática já chegou a ser proibida em anos anteriores devido a grave situação que se encontra a estrutura



Foto 10: Embarcações usando o muro como ponto de atracação. Fonte: <https://amazonasnoticias.com.br/>

### **5.1.3 Patologias Naturais - Fatores Ambientais / Naturais**

#### **5.1.3.1 Fenômenos Naturais**

Parintins está localizada a margem direita do rio Amazonas está sujeita a ação do fenômeno conhecido como “terras caídas” comum na região amazônica, na qual devido à pressão gerada pela força e velocidade da água ocorre a sedimentação dos barrancos às margens do rio seguidos do escorregamento da parte superior do talude devido à ausência de sua base.

Por se localizar em uma região de clima equatorial úmido a cidade está sujeita a um período de chuvas intensas e extensas, propiciando um volume de água para qual a drenagem da estrutura não está adequada a receber além do fato das tubulações de captação de águas pluviais da cidade também tem sua saída pela estrutura do muro.

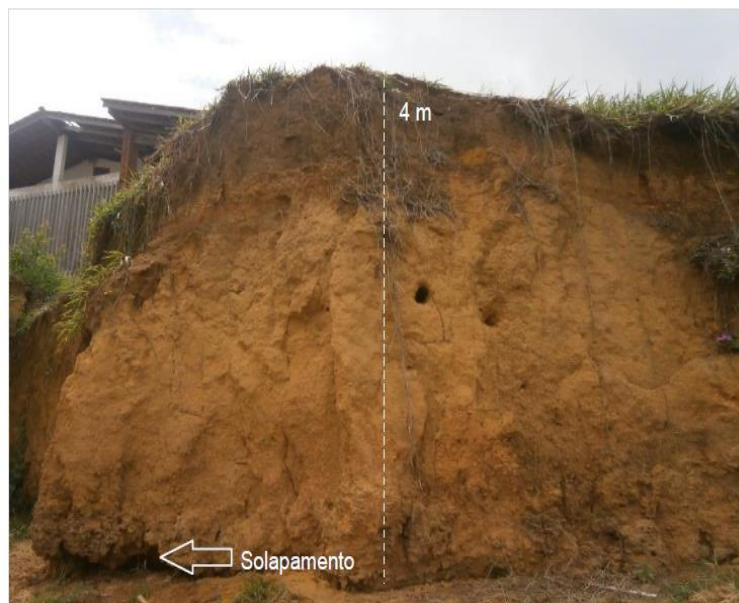


Figura11: Exemplo de solapamento em região próxima ao local de estudo Fonte: Marques J. A. L

### 5.1.3.2 Empuxos de Terra

A determinação do valor do empuxo de terra, que deve ser entendido como a ação produzida pelo maciço terroso sobre as obras com ele em contato (MARANGON, M)

MOLITERNO define com empuxo passivo a tensão que as paredes do muro de contenção transmitem ao maciço e empuxo ativo como sendo a tensão que o volume de maciço exerce sobre a estrutura.

É uma reação natural em qualquer obra de contenção.

## **6. DISCURSÃO**

HACHICH (1998) define contenção como sendo todo elemento ou estrutura destinado a contrapor-se a empuxos ou tensões geradas em um maciço de solo, cuja condição de equilíbrio foi alterada por algum tipo de escavação, corte ou aterro.

Pode-se ainda dizer que uma obra de contenção é feita pela introdução de uma estrutura ou de elementos estruturais compostos que apresentam rigidez distinta daquela do terreno que conterà (RANZINI, S.M.T. e NEGRO JR., A., 1998).

Nos estudos das edificações da engenharia civil aprende-se que em uma edificação existem elementos estruturais e elementos não estruturais, sendo os elementos estruturais são aqueles responsáveis pela estabilidade estática devendo-se evitar qualquer tipo de avaria ou alteração sem estudos prévios.

BOTELHO E MARCHETTI (2015) apresentam como se dá a transmissão dos esforços atuantes sobre uma estrutura e como os elementos estruturais estão interligados. Uma carga sendo aplicada em uma laje transfere esse esforço para as suas vigas que por sua vez transfere tais esforços para seus pilares e estes para suas fundações que por final transferem os esforços ao solo.

Para SOBRINHO (2015) os carregamentos aplicados a uma superfície de um terreno induzem a tensões que se propagam no interior da massa de solo.

MOLITERNO (1927 p. 24) afirma que para se alcançar o equilíbrio pelas tensões provocadas pelo empuxo ativo a estrutura do muro de arrimo deve, com o seu próprio peso, gerar uma tensão igual ou superior ao dobro do empuxo gerado pelo maciço de terra.

A intervenção humana com a retirada da proteção rochosa natural que era existente e a probabilidade de tal ação influenciar negativamente na estabilidade do talude que compõe na localidade a já vem sendo observada pelo Doutor em Geografia Física e Professor do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), José Camilo Ramos de Souza que desde 2009 faz monitoramento da região. Souza afirma em entrevista ao jornal Folha de Parintins (2015), que havia ao logo da extensão da orla da cidade uma camada de rochas lateríticas, retiradas para construção de residências, esse tipo de formação rochosa caracteriza-se pela elevada concentração de hidróxido de ferro (Fe) e alumínio (Al), o que proporcionava uma proteção natural para solo impermeabilizando-o. Assim quando retirada tal camada o solo, localizado na orla da cidade, ficou exposto e vulnerável, dando início a um processo erosivo decorrente da interação natural do solo com a pressão, velocidade e vazão das águas do rio Amazonas.

MARQUES R. O. (2017) a respeito da influencia das ações antrópicas afirma que o processo é a formação de ondas geradas pelo deslocamento de barcos regionais, lanchas expressos e navios pelo rio Amazonas acelera o desgaste da

estrutura do muro uma vez que o banzeiro, como é chamada a ondulação provocada pelas embarcações, que atingem a estrutura do muro.

MARQUES ainda ressalta a importância na interdição nas ruas Caetano Prestes, Armando Prado e Faria Neto devido ao acréscimo de carga gerado por veículos que transitavam a região.

## **CONCLUSÃO**

O muro de arrimo do município de Parintins é uma estrutura de contenção que usa a força da gravidade por meio de seu próprio peso para resistir aos esforços provenientes do solo e cargas externas a ele.

As edificações ao entorno do muro bem como o tráfego de veículos geram tensões que são transmitidas para o solo e por meio do efeito conhecido como bulbo de tensão são propagadas no solo ocasionando acréscimos de esforços a qual sua estrutura deve resistir.

Devido não utilização de concreto armado durante a execução de sua estrutura o muro de arrimo não possui alto índice de resistência a esforços de tração. Por sua vez os esforços de tração são aumentados devido a não utilização de fundações profundas e ao fenômeno de solapamento, escavação da base da estrutura pela força da correnteza do Rio Amazonas, a estrutura fica sem apoio e passa a ter que sustentar parte de seu próprio peso, assim já contrariando as condições de estabilidade proposta por MOLITERNO.

As intervenções humanas ao ambiente aceleram o processo de degradação do estado estrutural do muro

A combinação de fatores construtivos, ações antrópicas e naturais ocasionaram uma série de patologias classificadas pelos parâmetros construtivos como patologias com grau de risco crítico. Levando risco a segurança pública com riscos ao meio ambiente e ao patrimônio histórico-cultural do município.

Com base na análise das pesquisas e discussão do assunto se entende que há necessidade de intervenção imediata.

Primeiramente para qualquer tipo de intervenção se faz necessário realização de uma avaliação estrutural de toda a edificação visto que em alguns pontos o muro

de arrimo possui severas avarias e em outros apresenta bom estado de conservação. Além de realização de estudo de sondagem para definição do perfil do solo encontrado em diferentes regiões da orla para se obter a caracterização do mesmo (tipo de solo, tensão admissível).

Possíveis intervenções:

Utilização de tirantes na estrutura para fixar o muro já existente às camadas mais profundas do solo a fim de aumentar a interação entre o muro e o talude aumentando empuxo passivo.

Elaborar e confeccionar um elemento estrutural que possuirá fundações profundas (estacas), já que se tratando de um muro de arrimo de gravidade o mesmo tem sua base apenas apoiada ao solo sem fixação com o mesmo tal elemento deverá ser confeccionado em concreto armado a fim de que possa combater esforços de compressão e especialmente flexão, devido a não utilização de ferragem na construção do muro atual.

Utilização de vegetação para recobrimento do talude visando auxiliar o sistema de drenagem a vegetação absorverá naturalmente uma porcentagem das águas que deveram incidir sobre o talude principalmente nos períodos chuvosos diminuindo o risco de deslizamentos do maciço.

Planejamento de um sistema de drenagem com dimensionamento adequado com possível redirecionamento de sua saída.



## REFERÊNCIAS

AMANN, Kurt; **“Notas de Aulas da disciplina de Fundações e Obras de Terra”**. Centro Universitário da FEI. São Bernardo, 2016.

AOKI, Nelson; CINTRA, José Carlos; GIACHETI, Heraldo L; TSUHA, Cristina; **“FUNDAÇÕES DIRETAS”**. Oficina de Texto. São Paulo, 2013.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo** 8<sup>o</sup> edição. Blucher. 2016

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. Fundamentos. 6<sup>o</sup> edição, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Volume 1, 1988.

CINTRA, J.C.A.; AOKI, N.; ALBIERO, J.H. **Tensão admissível em fundações diretas**. São Carlos. 2003.

**Deflor Engenharia**. Disponível em: < <http://www.deflor.com.br/telasintemax.html>> Acessado em: 13 de Outubro de 2016.

MOLITERNO, Antônio, 1927 – **Caderno de muro de arrimo**. São Paulo: Edgard Blucher 1980.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas**. 2a ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2002.

RANZINI, S.M.T. e NEGRO JR., A. (1998). **“Obras de contenção: tipos, métodos construtivos, dificuldades executivas”**. Fundações: teoria e prática. 2<sup>o</sup>. Edição. Editora Pini, São Paulo- SP.

TEIXEIRA, A. H.; GODOY, N. S. **Análise, projeto e execução de fundações rasas**. In: Hachich et al. (eds.). Fundações: teoria e prática. São Paulo. Pini. Cap.7. 1996.

WOLLE, C.M. (1972). **“Taludes naturais – mecanismos de estabilização e critérios de segurança”**. Tese de Mestrado, escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.