

Vol 6 Issue 9 June 2017

ISSN No : 2249-894X

*Monthly Multidisciplinary
Research Journal*

*Review Of
Research Journal*

Chief Editors

Ashok Yakkaldevi
A R Burla College, India

Ecaterina Patrascu
Spiru Haret University, Bucharest

Kamani Perera
Regional Centre For Strategic Studies,
Sri Lanka

Review Of Research Journal is a multidisciplinary research journal, published monthly in English, Hindi & Marathi Language. All research papers submitted to the journal will be double - blind peer reviewed referred by members of the editorial Board readers will include investigator in universities, research institutes government and industry with research interest in the general subjects.

Regional Editor

Dr. T. Manichander

Advisory Board

Kamani Perera Regional Centre For Strategic Studies, Sri Lanka	Delia Serbescu Spiru Haret University, Bucharest, Romania	Mabel Miao Center for China and Globalization, China
Ecaterina Patrascu Spiru Haret University, Bucharest	Xiaohua Yang University of San Francisco, San Francisco	Ruth Wolf University Walla, Israel
Fabricio Moraes de Almeida Federal University of Rondonia, Brazil	Karina Xavier Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA	Jie Hao University of Sydney, Australia
Anna Maria Constantinovici AL. I. Cuza University, Romania	May Hongmei Gao Kennesaw State University, USA	Pei-Shan Kao Andrea University of Essex, United Kingdom
Romona Mihaila Spiru Haret University, Romania	Marc Fetscherin Rollins College, USA	Loredana Bosca Spiru Haret University, Romania
	Liu Chen Beijing Foreign Studies University, China	Ilie Pinte Spiru Haret University, Romania
Mahdi Moharrampour Islamic Azad University buinzahra Branch, Qazvin, Iran	Nimita Khanna Director, Isara Institute of Management, New Delhi	Govind P. Shinde Bharati Vidyapeeth School of Distance Education Center, Navi Mumbai
Titus Pop PhD, Partium Christian University, Oradea, Romania	Salve R. N. Department of Sociology, Shivaji University, Kolhapur	Sonal Singh Vikram University, Ujjain
J. K. VIJAYAKUMAR King Abdullah University of Science & Technology, Saudi Arabia.	P. Malyadri Government Degree College, Tandur, A.P.	Jayashree Patil-Dake MBA Department of Badruka College Commerce and Arts Post Graduate Centre (BCCAPGC), Kachiguda, Hyderabad
George - Calin SERITAN Postdoctoral Researcher Faculty of Philosophy and Socio-Political Sciences Al. I. Cuza University, Iasi	S. D. Sindkhedkar PSGVP Mandal's Arts, Science and Commerce College, Shahada [M.S.]	Maj. Dr. S. Bakhtiar Choudhary Director, Hyderabad AP India.
REZA KAFIPOUR Shiraz University of Medical Sciences Shiraz, Iran	Anurag Misra DBS College, Kanpur	AR. SARAVANAKUMAR LAGAPPA UNIVERSITY, KARAIKUDI, TN
Rajendra Shendge Director, B.C.U.D. Solapur University, Solapur	C. D. Balaji Panimalar Engineering College, Chennai	V. MAHALAKSHMI Dean, Panimalar Engineering College
Awadhesh Kumar Shirotriya	Bhavana vivek patole PhD, Elphinstone college mumbai-32	S. KANNAN Ph.D , Annamalai University
	Awadhesh Kumar Shirotriya Secretary, Play India Play (Trust), Meerut (U.P.)	Kanwar Dinesh Singh Dept. English, Government Postgraduate College , solan

More.....



PROCEDIMENTOS CONSTRUTIVOS DE SISTEMA RADIER UTILIZANDO CONCRETO PROTENDIDO EM UMA OBRA NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA-AM (BRASIL)

(Constructive Procedures of Radier System Using Concrete Protected in a Project in the Municipality of Iranduba-Am (Brazil))



Carlos Alberto Targino da Silva¹, Darlei dos Anjos Lavor¹,
Doriedson Sousa Dias¹, Alzira Miranda de Oliveira¹ and Charles Ribeiro de Brito¹
¹Pesquisadores/professores da Laureate International Universities / UNINORTE (Brazil).

RESUMO

A utilização do concreto protendido tem sido muito difundido atualmente, já são muitos os projetos que optam por este processo construtivo. Desta forma, este trabalho teve por objetivo realizar a eficiência do processo executivo desde a marcação do terreno até a concretagem e protensão do radier, e uma análise comparativa de custos dos materiais entre a fundação em radier protendido e os radiers em concreto armado. Para tanto adotou-se como método analisar os aspectos construtivos e econômicos. Desta forma foram feitos apenas os estudos dos quantitativos e preços dos materiais para cada radier. Portanto, conclui-se que os resultados desses estudos de caso mostraram que o radier em concreto protendido permitiu uma redução na espessura da laje, porém para o caso estudado apresentou um custo total maior, devido ao emprego de concreto com maior resistência à compressão, necessidade de armaduras passivas, ancoragens e custo das cordoalhas, respectivamente, não foram considerados os custos de mão de obra e as operacionais de aplicação da protensão no radier.

Palavras Chaves: Chaves: Radier. Concreto. Protensão.

I. INTRODUÇÃO

Em um projeto estrutural, a fundação é uma das partes mais importantes de qualquer construção, pois é ela que transmite ao solo todos os esforços provenientes do peso próprio de toda a estrutura bem como, de todas as cargas atuantes na mesma. Chama-se fundação a parte de uma estrutura que transmite ao terreno subjacente à carga da obra, essas devem ser projetadas a fim de resistir e transferir os esforços que as estruturas são solicitadas para o solo [1].

Para as estruturas de concreto armados, há vários tipos de fundações que podem ser utilizadas onde, de acordo com a profundidade de assentamento, são classificadas em fundações rasas ou profundas. Existem as fundações rasas ou superficiais que são distinguidas assim por estar sustentada no solo em uma pequena profundidade de assentamento e, tem as fundações profundas, porém não é aplicável para este artigo. No caso das fundações rasas ou superficiais, as cargas transmitidas ao terreno são influenciadas pela distribuição de pressão sob a base da fundação, gerada pelo carregamento provindo da superestrutura [12].

O sistema estrutural com a utilização da protensão é um exemplo do avanço na construção civil. Inicialmente objetivava-se o melhoramento das propriedades do concreto, até que surge a ideia de submeter à

peça de concreto ao efeito da protensão, dando origem ao que conhecemos hoje de Concreto Protendido (CP) [3]. Hoje, a tecnologia para a protensão conta com o emprego de materiais de altas resistências (aço e concreto) e empresas especializadas na confecção de cabos, sistemas de ancoragens e execução da protensão [4].

A profundidade de assentamento no terreno deve ser de no máximo duas vezes a menor dimensão em planta da fundação [5]. Em se tratando de fundações rasas, este tipo de fundação pode ser dividido em sapatas, blocos, sapatas associadas e corridas, grelhas e radier. Porém, para este artigo, será adotado o tipo radier.

A definição sobre radier, é uma laje continuamente suportada pelo solo, com carga total, quando distribuída, menor ou igual a 50% da capacidade de suporte admissível do solo. Nesse mesmo contexto de definição sobre radier, [6] afirma que é um elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares de uma estrutura, distribuindo os carregamentos.

Em Manaus e em municípios vizinhos, observa-se que grande parte das obras prontas e das que estão em andamento, vem a utilizar o radier de concreto armado e/ou protendido como tipo de fundação rasas, baseado em alguns projetos de cunho social em outros estados do país que visam à utilização desse tipo de fundação. Porém, se faz necessário um estudo criterioso para permitir em longo prazo a vida útil de toda a estrutura, através de caracterizações de diversas especialidades para que seja identificado o melhor local para a aplicação desse tipo de fundação.

A crescente aplicabilidade da protensão se dá em lajes planas, sobretudo em lajes planas lisas com o emprego de cordoalhas engraxadas, em que não ocorre a aderência entre o concreto e o aço de protensão [7]. Nesse contexto, espera-se que este artigo contribua diretamente para a melhoria do conhecimento a respeito desse tipo de fundação bem como, atribua valores positivos nos projetos dentro da cadeia produtiva da construção civil do estado do Amazonas, através do processo construtivo e da viabilidade econômica deste tipo de fundação.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 FUNDAÇÕES RASAS OU SUPERFICIAIS

Também conhecida como fundação direta, é nelas que são transmitidas ao terreno, pressões distribuídas sob a base de uma fundação e em que profundidade de assentamento, em relação ao terreno adjacente, é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação, dessa forma compreende as sapatas, os blocos, as sapatas associadas, os radiers e as vigas de fundação.

Para os radier, de acordo com alguns conceitos de algumas literaturas, são sapatas integradas a um tipo de laje de concreto armado e que envolve todos os pilares de uma obra ou de carregamento distribuídos (tanque, depósitos, silos, etc).

Esse tipo de fundação só é solicitado quando o terreno é de baixa resistência mecânica e a espessura da camada do solo é representativamente profunda. Quando a adição das cargas da estrutura é dividida pela taxa aceitável do local da obra, ela excede a metade da área a ser construída. Por conta disso, usualmente é mais econômico reunir as sapatas em um só subsídio de fundação, do qual se dará o nome de radier.

O processo de montagem, as etapas e as camadas que envolvem todos os procedimentos para a conclusão de um radier são apresentados na Figura 1.

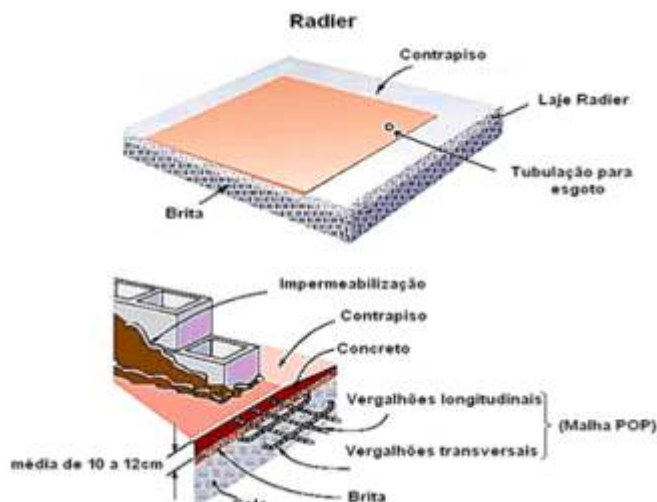


Figura 1: Croqui das etapas e das camadas pertinentes a um radier. Fonte: FK comércio, (2013).

Na utilização de fundações do tipo radier, pose-se averiguar alguns benefícios tais como: Economicamente pode reduzir o custo da fundação em até 30% comparado com outros tipos de fundação; sua execução é muito prática e ágil; Reduz a mão de obra; Colocação das paredes em qualquer lugar; Evita fazer escavações, baldrame, cinta e alicerces de alvenaria de pedra; A laje desempenha função de piso; Etc.

II.2 CONCRETO PROTENDIDO

O concreto protendido é uma técnica de execução já bem difundida no Brasil. Desde o século XIX, muitos especialistas desenvolveram métodos nos quais a armadura sofra um pré-alongamento, gerando um sistema com auto-equilíbrio de esforços, ou seja, tração no aço e compressão no concreto. A técnica visa melhorar o desempenho das estruturas e utilizar todo o potencial do concreto à compressão e minimizar ou até eliminar as fissuras geradas pela tração [8].

O efeito de protensão é utilizado desde os tempos mais remotos quando eram utilizadas faixas metálicas para envolver rodas de carroças e também barris, resultado em um estado prévio de tensão e aumentando a resistência desses elementos [9]. Onde, as figuras 2 e 3 demonstram como esse processo era realizado.

O esboço feito à mão simula como o processo de protensão funciona. Observa-se que tanto no barril (Figura 2) quanto na roda (Figura 3) existe aros e/ou cintas metálicas que pressionam a madeira da estrutura. Ainda na Figura 3, nota-se que na roda existem raios de apoio feitos de madeira para melhorar o desempenho da sua sustentação em relação a protensão deixando-a mais resistente.

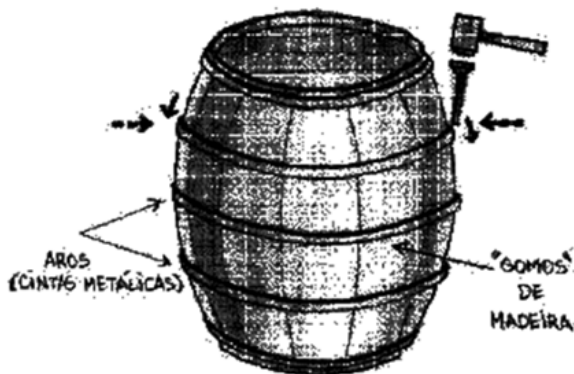


Figura 2: Projeto manual de protensão. Fonte: Mallman, (2013).

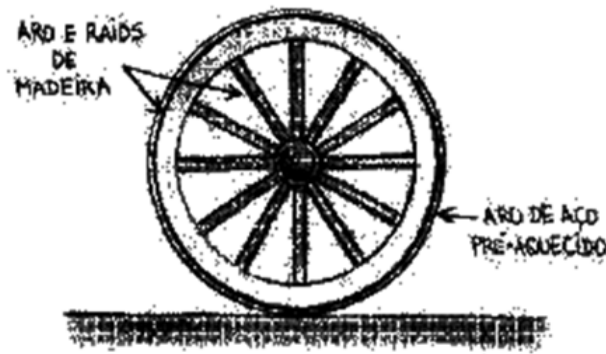


Figura 3: Projeto manual de protensão. Fonte: Mallman, (2013).

Chama-se de protensão a técnica usada, na construção civil para aumentar a resistência mecânica do concreto. Primeiramente, constitui-se em dar tensão aos cabos de aço antes da sua cura. Esse tensionamento dos cabos dar-se-á com o auxílio de macacos hidráulicos e só pode ser iniciado após o concreto alcançar a sua resistência mecânica mínima aos 28 dias. Somente a partir daí que o projetista faz o dimensionamento. Essa prática é para aprimorar a durabilidade, a resistência mecânica do material e a redução das chances de fissuras na estrutura de concreto.

Atualmente, o processo mais utilizado é o da protensão não aderente com cordoalhas engraxadas e plastificadas, que pode ser aplicada em lajes, vigas e placas de fundação (Radier). Onde se descreve algumas vantagens na utilização do concreto protendido, tais como: Controle e diminuição de deformações; Projetos arquitetônicos ousados; Leveza na estrutura da edificação; Mobilidade de realizar mudanças na posição das alvenarias.

Encontrar meios de fazer o concreto ganhar força nesse quesito é uma das eternas batalhas da engenharia, que tem como, uma de suas grandes armas, a protensão do concreto [10].

II.3 RELAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

O solo pode ser representado em análise numérica de duas maneiras, sendo elas, por meio de molas (modelos discretos com comportamento linear ou não - método de Winkler) ou como meio contínuo (elástico linear ou não) [11].

Essa relação entre solo e estrutura proporciona esforços internos ocasionados pela fundação do tipo radier. Esses esforços internos são causados por meio de deslocamento do qual pode ser obtido de forma direta e indireta, conforme a pressão causada no contato do solo. Só a partir dessa pressão que é realizado o cálculo dos esforços internos para que seja dimensionada a estrutura da fundação do tipo radier.

A interação pode se propagar por longos anos, até que seu equilíbrio seja estabelecido, entre as cargas e as reações do solo [12].

Dessa forma o problema da interação solo-fundação pode ser corrigido com a utilização de programas computacionais, que permitirão a variação das propriedades de comportamento do solo, a fim de exprimir o comportamento em diferentes situações [13].

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Para que este artigo seja mais plausível, nesse item será dissertado a análise de investigação do solo através de experimentos laboratoriais e de campo, assim como a comparação entre os concretos convencional e o protendido para o dimensionamento de uma fundação do tipo radier.

III.1 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

A importância da análise do perfil de um solo em um determinado terreno é dada através de uma investigação geotécnica que demonstra suas respectivas características e propriedades. Para que esses

atributos sejam desvendados é essencial realizar uma sondagem no terreno, onde revelará as mais variadas camadas existentes em um solo, assim como a determinação da parte mais estável em função de sua resistência mecânica e profundidade.

A falta dessa investigação ocasiona várias implicações como, por exemplo: problemas ambientais, dados mal interpretados, atrasos no cronograma da obra, custos elevados, patologias estruturais e etc.

III.1.1 SONDAGEM

A fundação é o elemento fundamental e de extrema importância na construção civil. É através dela, que se conhecem todas as cargas suportadas e distribuídas para o solo de uma edificação, do qual pode ou não apresentar maior ou menor resistência mecânica. Além de ser a raiz de sustentação de uma edificação, ela também responde pela estabilidade das vigas, lajes, alvenarias e dos pilares. Conseqüentemente, a construção, em função do seu peso, exigirá uma camada de solo de resistência mecânica compatível. Portanto, é fundamental que se conheça em que tipo de solo irá se apoiar uma construção, almejando evitar problemas futuros de difícil solução e de custo elevado.

Dentro desse contexto, é realizado um tipo de investigação do subsolo da área em que será construída. Essa investigação é denominada de sondagem. Seu maior objetivo é conhecer o tipo de perfil geológico e/ou a composição do solo de acordo com a sua pedologia em função da sua morfologia, ou seja, em outras palavras, as camadas que constituem o solo, a sua resistência mecânica, o nível do lençol freático, dentre outras características que permitam definir o dimensionamento e o tipo de fundação mais adequado para a obra.

A sondagem é um subsídio dos métodos de exploração do subsolo do grupo que especifica a retirada das amostras, que podem ser tanto deformadas quanto indeformadas. A sondagem consiste na investigação ou prospecção do subsolo de um determinado terreno. O projeto fundação de uma obra não pode ser concebido da maneira correta sem que haja um procedimento de sondagem para determinar as propriedades físicas do solo [14].

Os ensaios de sondagem deveriam ser realizados em todas as obras, sendo elas de pequeno porte ou de grande porte. Através de uma sondagem é possível fornecer informações do subsolo, tais quais: Espessura e dimensão de cada camada do solo até a profundidade desejada; Existência de água com a posição do nível de água encontrado durante a investigação do solo; Profundidade da camada rochosa ou do material impenetrável ao amostrador; as profundidades do solo ou da rocha como permeabilidade, compressibilidade e resistência ao cisalhamento [15].

A execução de sondagens, que é a técnica mais comumente empregada, consiste de um modo geral, na abertura de um furo no solo, furo este que é normalmente revestido por tubos metálicos. A perfuração é feita por meio de ferramentas ou de máquinas que vão provocando a desagregação parcial, ou total, do terreno, permitindo, desse modo, a extração de amostras representativas das diferentes camadas atravessadas. À medida que a sondagem progride e as amostras são coletadas, registram-se as diferentes cotas em que aparecem camadas distintas, mesmo aquelas de pequena possança, assim como os diversos níveis d'água e todas as outras observações que possam elucidar ao engenheiro quando da fase de projeto da obra [1].

III.1.1.1 Sondagem à Percussão – Standard Penetration Test (SPT)

A sondagem à percussão também é chamada de Simples Reconhecimento, ou melhor, de sondagem SPT, traduzido como Teste de Penetração Padrão (TPP). Para obter o conhecimento do tipo de solo para determinar a fundação é necessário saber quais são os tipos de solo que estão sob a obra e a que profundidade; qual a altura do lençol freático; qual é a capacidade de carga do subsolo, em diversas profundidades e como o solo se comporta ao receber essa carga.

O método de ensaio prescrito pela norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 6484/80 – Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos; estão apresentados abaixo, retirados da própria norma [16].

A sondagem deve ser iniciada com emprego do trado concha ou cavadeira manual até a profundidade de 1m, seguindo-se a instalação, até essa profundidade, do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado

de sapata cortante. Nas operações subsequentes de perfuração, intercaladas às operações da amostragem deve ser utilizado trado helicoidal até se atingir o nível da água freática. Quando o avanço da perfuração com emprego do trado helicoidal for inferior a 50 mm após 10 minutos de operação, ou nos casos de solos aderentes ao trado, passa-se ao método de perfuração por circulação de água, também denominado por lavagem. Estes casos, considerados especiais, devem ser devidamente justificados no relatório.

Para melhor entendimento, abaixo, encontram-se textos extraídos dos itens da norma [16].

O amostrador padrão, conectado á hastes de perfuração, deve descer livremente no furo de sondagem até ser apoiado suavemente no fundo. Caso a medida não confira, ficando o amostrador acima da cota, além de uma diferença de 100mm deve ser retirada a composição de amostragem e repetida a operação de limpeza do furo [16].

Posicionado o amostrador, e colocada a cabeça de bater no topo da haste, o martelo deve ser apoiado suavemente sobre a cabeça de bater anotando-se a eventual penetração do amostrador no solo. Utilizando-se o topo do tubo de revestimento como referência, marca-se na haste de penetração, com giz, um segmento de 0,45m dividido em 3 trechos iguais de 0,15m [16].

Para efetuar a cravação do amostrador padrão, o martelo deve ser erguido até a altura de 0,75m, marcada nas hastes-guias, por meio de corda flexível que se encaixa com folga no sulco da roldana. Deve-se observar que os eixos de simetria do martelo e da composição do amostrador devem ser rigorosamente coincidentes[16].

Preocupações especiais devem ser tomadas para evitar-se que, durante a queda livre do martelo, haja perda de energia de cravação por atrito, principalmente nos equipamentos mecanizados que devem ser dotados de dispositivo disparador que garanta a queda totalmente livre do martelo. Após o encerramento da sondagem e a retirada do tudo de revestimento, decorridas 24h, e estando o furo ainda aberto, deve ser medida a posição do nível da água. Os resultados das sondagens devem ser apresentados em desenho contendo o perfil individual de cada sondagem e/ou seções do subsolo [16].



Figura 4: Execução da sondagem à percussão SPT. Fonte: Franco engenharia, (2016).

III.2 ENSAIOS LABORATORIAIS

Para entender o comportamento do solo são indispensáveis vários estudos laboratoriais e de campo com a finalidade de identificar determinadas características, bem como valores, como resistência mecânica, teor de umidade ótima, limites de consistência (liquidez e plasticidade), granulometria, densidade dos grãos, dentre outros. Essas análises são solicitadas e realizadas de acordo com o projeto da obra.

III.2.1 COMPACTAÇÃO DO SOLO

Toda obra de construção civil deveria solicitar um estudo minucioso da área a ser trabalhada. Nesse cenário, o conhecimento do solo e sua melhor forma de compactação são fundamentais. Por conta disso, a

definição de compactação é que ajuda a diminuir os vazios existentes entre as partículas sólidas de um solo, e dar mais estabilidade a ele através da aplicação de alguma forma de energia sendo ela por meio de impacto, vibração, compressão, estática ou dinâmica. Além disso, ela ajuda a aumentar a resistência mecânica do solo, também melhora a deformidade e aumenta o índice de impermeabilidade do solo.

Na Tabela 1, tem um esquema entre o tamanho do cilindro, o número de camadas, a quantidade de golpes e o tipo de soquete [17].

Cilindro	Características inerentes a cada energia de compactação	Energia		
		Normal	Intermediária	Modificada
Pequeno	Soquete	Pequeno	Grande	Grande
	Número de camadas	3	3	5
	Número de golpes por camada	26	21	27
Grande	Soquete	Grande	Grande	Grande
	Número de camadas	5	5	5
	Número de golpes por camada	12	26	55
	Altura do disco espaçador (mm)	63,5	63,5	63,5

Tabela 1: Energias de compactação. Fonte: [21], (1986).

O enredo do experimento dar-se-á, primeiramente com a preparação da amostra conforme prescrito na norma ABNT NBR 6457/16 – Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização [18].

Foram retiradas 3 amostragens aleatórias do solo seco ao ar livre para a determinação da umidade higroscópica; pesadas, anotados seus respectivos valores e levadas para a estufa onde passará 24h em temperatura de 110°C. Em seguida, foram pesadas 5 amostras de solo de 3kg cada na balança de precisão, seguido também da pesagem do molde cilíndrico utilizado. As 3000g de solo foram colocadas na bandeja circular e, espalhada para que o solo cobrisse toda a superfície da bandeja.

Foi adicionada a água destilada, inicialmente, foi para tentar descobrir o ponto do teor da umidade ótima, através da pressão aplicada no solo com a mão formando um torrão consistente. Para que isso acontecesse, foi adicionada água destilada esporadicamente e com o auxílio da colher de pedreiro, a amostra foi homogeneizada até atingir o ponto ideal. Então, o molde cilíndrico foi ajustado a sua base e colocado o seu complemento que é o colarinho e, em seguida passado desmoldante para lubrificar o molde cilíndrico e facilitando-o a retirada do solo. Após, foi inserido o papel filtro no fundo da base para que o solo não tivesse contato direto com o equipamento.

O material homogeneizado foi colocado no molde cilíndrico até atingir de seu volume, onde foi denominado de primeira camada. Com o auxílio do soquete, onde seu peso é padronizado pela norma citada acima de $2500 \pm 10g$, foram compactadas 3 camadas com 26 golpes cada, onde a energia de compactação foi designada como energia normal para a camada de terraplenagem de subleito. No intervalo entre cada camada foi realizado o processo de escarificação, que são arranhuras no solo compactado para unir uma camada à outra.

Feito a compactação das três camadas, o cilindro foi posto novamente na bandeja e retirado o colarinho do cilindro. Com a ajuda da régua metálica, foi realizado o nivelamento do material compactado excessivo até a borda do cilindro. Em seguida, ele foi limpo, pesado e levado para o extrator de amostras para a retirada do solo compactado de dentro do molde cilíndrico. Após a retirada, foram eliminadas as extremidades do solo e do meio foi esfarelado para que fosse colocado na cápsula de alumínio e pesado. Depois da pesagem, o solo foi colocado na estufa com 110°C onde passou 24h para determinar o teor de umidade.

III.2.2 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

A resistência mecânica do solo é um subsídio de estudo essencial para obras de engenharia civil. É através desse estudo que se pode proporcionar maior segurança a obra, confiabilidade, credibilidades ao empreendimento e conseqüentemente menores custos tanto financeiros quanto estruturais.

Este método de ensaio teve embasamento na norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), 172/16 - ME - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas [19].

O procedimento para a moldagem do corpo de prova é determinado no experimento citado no 4.2.1 deste trabalho. Ressalta-se que para a moldagem do corpo de prova, foi utilizado o molde cilíndrico de tamanho grande, bem como o soquete de compactação, conforme a tabela 1 deste trabalho. Aproveita-se o ensejo e enfatiza-se que a amostra de solo não é extraída do molde cilíndrico.

Assim que é realizada a moldagem, o extensômetro (medidor de expansão) é posto na aréola do molde cilíndrico e feito a sua calibragem em 0,0mm no relógio comparador do equipamento. Em seguida, os corpos de provas são levados cuidadosamente para o tanque de cura onde ficam submersos por 4 dias e a cada dia é feita uma leitura no relógio comparador do extensômetro e anotado o resultado. Após os 4 dias submersos, cada corpo de prova é levado para a prensa de ruptura, como mostra na Figura 5, abaixo.



Figura 5: Corpo de prova do CBR posicionado na prensa para ruptura. Fonte: Os Autores, (2017).

III.2.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As partículas dos solos são sólidas, ou seja, são grãos minerais podendo ter também matéria orgânica. Existem solos como a areia em que as partículas podem ser facilmente visualizadas, enquanto que em outros é necessário o auxílio de microscópios para distingui-las. Estas partículas estão relativamente livres para se moverem uma com relação à outra não tão facilmente como os elementos de um fluido como também não são fortemente ligadas como num cristal de metal. O sistema de partículas do solo é o que o distingue do mecanismo sólido e do fluido [20].

Em análise desse contexto das partículas do solo, é notório que para a determinação da sua classificação granulométrica é necessário um peneiramento para verificação das características e identificação do solo. Para isso é realizado o método de ensaio por peneiramento e em seguida por sedimentação.

Os procedimentos para esse método atende a norma da ABNT NBR 7181/84 - Solo - Análise granulométrica; dos quais são: Pesa-se 2000g do material (solo); Faz-se o peneiramento na peneira de número 10 com abertura da malha de 2,0mm; Do material retido, lava-se na peneira de número 10 com abertura da malha 2,0mm e leva-se para estufa por 24h com a temperatura de 110°C; Do material passante, pesa-se 200g e faz-se a lavagem na peneira de número 200 com abertura da malha de 0,075mm, leva-se para estufa por 24h com a temperatura de 110°C; Com o material seco, passa-se pelas seguintes peneiras segundo a norma ABNT NBR NM ISO 2395/ 97 – Peneiras de ensaio e Ensaio de peneiramento - Vocabulário: 19; 9,5; 4,8; 2,0; 1,2; 0,6; 0,42; 0,25; 0,15; 0,075mm; Pesa-se e anota-se cada resultado retido nas peneiras [21].

III.3 ENSAIOS DE CAMPO

Para se iniciar os trabalhos de campo, é necessário ter os resultados das análises laboratoriais para a verificação do material se é apto ou não para receber essa estrutura. Com os resultados em mãos, a obra pode

iniciar suas atividades com a compactação do solo no terreno. Geralmente é usado o rolo pé de carneiro, pois sua utilidade serve para solos finos como os solos argilosos e/ ou solos siltosos.

III.3.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Existem cinco fatores para a compactação de um solo: aumentar a resistência à carga; eliminar recalque do solo ou qualquer outro dano; aumentar sua estabilidade ou dar a ele estabilidade; redução do teor de umidade ou água com filtragem ou drenagem; expulsão de ar [22].

Sua representatividade é através do gráfico do peso específico aparente seco (γ_d) em função do teor de umidade (W) que demonstra o processo de compactação.

Abaixo, na Figura 6, mostra a limpeza e preparação do terreno para receber a terraplanagem e, na Figura 7, mostra a plotagem da curva de compactação do solo.



Figura 6: Movimento de terra e preparação do solo. Fonte: Os Autores, (2017).

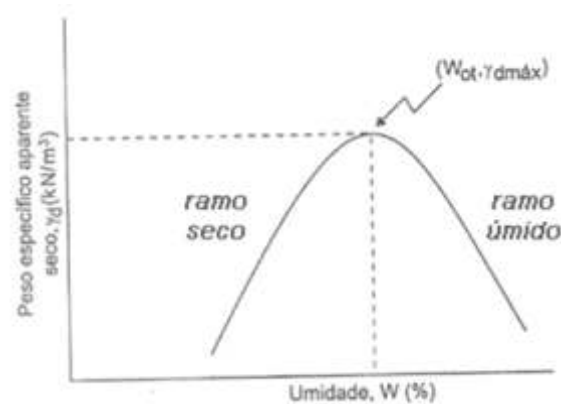


Figura 7: Curva de compactação. Fonte: Adaptado do site Escola Engenharia, (2014).

Os resultados do peso específico aparente seco e o teor de umidade são essenciais para o campo que é através deles que é encontrado o grau de compactação do solo, ou seja, o ponto ideal, com a quantidade de água ideal para a estabilidade do solo.

O grau de compactação, geralmente é dado através do ensaio de densidade in situ, método frasco de areia; conforme as especificações normativas do DNER-ME 092/94 - Solo - Determinação da massa específica aparente in situ, com emprego do frasco de areia; onde especifica um grau de compactação de no mínimo 95% [23].

III.4 ETAPAS DA MONTAGEM DO RADIER

Terminado os serviços de terraplanagem do local estudo deste trabalho, foram realizadas as demarcações dos blocos residenciais conforme especificado no projeto da obra. Foi realizado o processo de escavação manual, com auxílio de picaretas, enxadas, pá e ferro de covas marcando-se o perímetro do radier do bloco. Esse processo é realizado para que receber um alinhamento e o gabarito para poder dar início ao assentamento dos blocos (tipo baldrame) para sustentação e/ ou apoio das formas metálicas.

Em seguida, foram instalados os tubos de instalações hidrossanitárias, de água fria, água quente e de esgoto; assim como as tubulações do gás e das caixas de passagens das instalações elétrica. As instalações hidrossanitárias são soterradas (inseridas) antes da concretagem da laje do tipo radier. Após as instalações, envelopa-se com areia assim como o nivelamento da superfície, conforme a Figura 8.



Figura 8: Envelopamento e nivelamento da superfície com areia. Fonte: Os Autores, (2017).

Torna-se necessária a instalação de uma lona plástica entre a areia e a laje por toda a área do radier, do qual ajuda na impermeabilização. Em seguida foi colocada a armadura positiva com espaçador de pedaços de concretos entre a lona e a tela.

Os projetos de estruturas de concreto armado devem ser utilizados aço classificado pela norma ABNT NBR 7480/07 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificações; com o valor característico da resistência de escoamento nas categorias CA-25, CA-50 e CA-60 [24].

Posteriormente foi instalada a cordoalha de protensão, através dos furos das ancoragens e formas. A montagem foi realizada manualmente.

III.5 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA DE CONCRETO

A resistência mecânica do concreto foi determinada pelo projeto, após análises laboratoriais e enviadas para a usina de concreto.

Durante o lançamento, foram retiradas amostragens de concreto fresco de acordo com as especificações normativa da ABNT NBR 5738/08 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova; para comprovação das especificações do projeto da obra [25]. Os resultados encontram-se no item IV.2, subitem IV.2.2 deste trabalho.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados é a parte mais importante de um trabalho de experimentos, pois é através deles que há a confirmação do êxito ou não das etapas de uma obra e/ou projeto.

IV.1 ENSAIOS LABORATORIAIS

IV.1.1 COMPACTAÇÃO DO SOLO

No gráfico 1, mostra a curva de compactação do solo do local analisado. O resultado final da compactação realizada em laboratório é de densidade máxima de 1,714 g/cm³ e teor de umidade ótima de 10,8%.

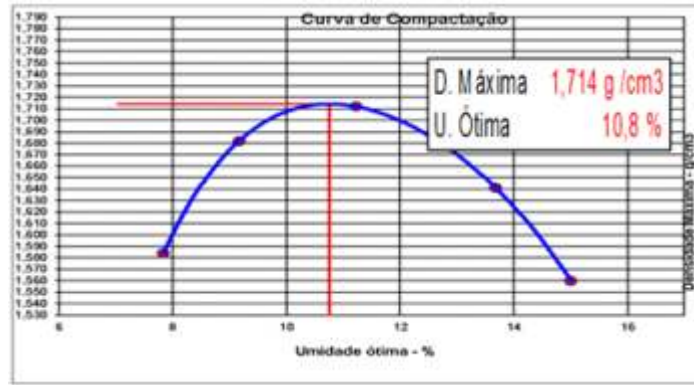


Gráfico 1: Curva de compactação do solo. Fonte: Os Autores, (2017).

IV.1.2 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

No gráfico 2, descreve o comportamento da curva da resistência mecânica do solo (CBR). Onde, o resultado final da análise apresentado é de 22,9%.

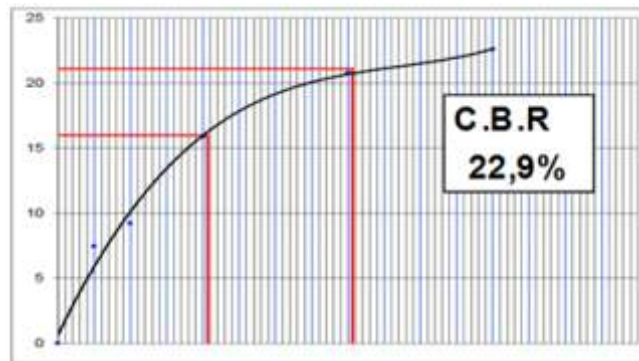


Gráfico 2: Curva de resistência mecânica do solo. Fonte: Autores, 2017.

IV.1.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

No gráfico 3, apresenta a curva granulométrica do solo, classificando-o como argiloso.

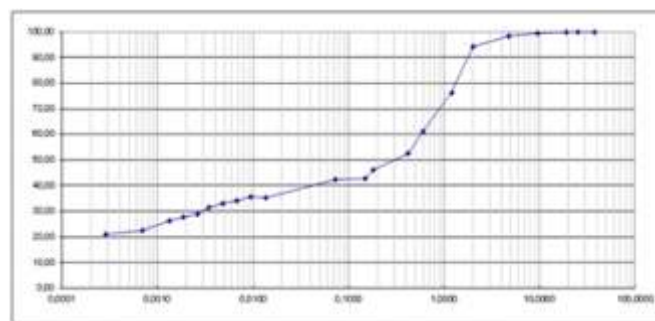


Gráfico 3: Curva granulométrica. Fonte: Autores, (2017).

IV.2 ENSAIOS DE CAMPO

IV.2.1 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - GRAU DE COMPACTAÇÃO

O resultado grau de compactação através do frasco de areia é dado por meio de um furo realizado na pista, onde a areia preenche-o.

Furo		01	02	03
Profundidade (cm)	de	0,00	0,00	0,00
	a	0,20	0,20	0,20
Km/ estaca		940	935	930
Posição		X	E	X
Peso do Frasco com Areia	antes	7000	7000	7000
	depois	4760	4650	4670
	diferença	2240	2350	2330

Tabela 2: Análise do grau de compactação através do frasco de areia. Quantidade de furos, posição e etc. Fonte: Autores, (2017).

Ensaio de Laboratório	Dens. Máx.(g/dm³)	1714	1714	1714
	Umid. ótima	10,8	10,8	10,8
Grau de Compactação (%)		125,6%	127,3%	126,0%

Tabela 3: Análise do grau de compactação através do frasco de areia. Ensaio finalizado. Fonte: Autores, (2017).

IV.2.2 RUPTURA DOS CORPOS DE PROVA

As formas usadas para esse experimento foram as com medidas de 15x30cm, onde ficaram em cura no tanque por 3, 7 e 28 dias com fck de 25 MPa.

	Carga Kgf	Tensão Kgf/cm²	Tensão (MPa)
	Rompimento aos 3 Dias		
01	27.980	158,3	15,8
02	28.020	158,6	15,9

Tabela 4: Resultado da ruptura dos corpos de prova de concreto convencional após 3 dias de cura. Fonte: Os Autores, (2017).

	Carga Kgf	Tensão Kgf/cm²	Tensão (MPa)
	Rompimento aos 7 Dias		
01	31.330	177,3	17,7
02	30.920	175,0	17,5

Tabela 5: Resultado da ruptura dos corpos de prova de concreto convencional após 7 dias de cura. Fonte: Autores, 2017.

	Carga Kgf	Tensão Kgf/cm ²	Tensão (MPa)
	Rompimento aos 28 Dias		
01	46.800	264,8	26,5
02	46.750	264,6	26,5

Tabela 6: Resultado da ruptura dos corpos de prova de concreto convencional após 28 dias de cura. Fonte: Autores, (2017).

V. CONCLUSÃO

Este artigo mostrou as etapas de um processo construtivo de uma fundação do tipo radier protendido, bem como, todas as etapas de análises como: Análise geotécnica - Foid dissertado sobre como se deve realizar um processo de sondagem a percussão do tipo SPT; As análises do solo em ensaios laboratoriais foram satisfatórios para as camadas de terraplanagem de base, subbase e subleito, assim como a identificação do solo argiloso através da análise granulométrica e da resistência mecânica de quase 23%; A análise do concreto fresco também foram satisfatórios com 26,5 MPa de resistência mecânica aos 28 dias.

Por tanto, se conclui que a eficácia desse material que é o radier protendido foi satisfatória. Obtém-se de acordo com a inserção prévia de tensões, aumentar a resistência do concreto e fornecer maior capacidade e suporte de carga, assim como as suas vantagens econômicas, em relação à durabilidade e baixo custo de manutenção.

VI. AGRADECIMENTOS

UNINORTE Laureate International Universities

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAPUTO, H.P. Mecânica dos Solos e suas aplicações. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1978.
- [2] COELHO, V.O. Análise paramétrica para fundação superficial do tipo radier. Joinville, 2016.
- [3] ZILLI, E.; BORTOLOTTI, F. Estudo comparativo entre uma estrutura com laje convencional em concreto armado e uma estrutura com laje plana lisa protendida: Estudo de caso de um edifício residencial multifamiliar na cidade de Pato Branco-PR. 2013. 133 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná em parceria com o Departamento Acadêmico de Construção Civil, Pato Branco, 2013.
- [4] LEONHARDT, F. Construção de concreto: Concreto Protendido. Rio de Janeiro: Interciência, v.5, 1983.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122 - Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.
- [6] AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 360R/92 - Design of slab on grade. Farmington Hills, MI, EUA, 1997.
- [7] LOPES, D. G. O mercado de protensão. {Mensagem pessoal}. Gerente de produtos do departamento de marketing. Mensagem recebida de <Daniel.lopes@belgobekaert.com.br> por <elizandrozilli@hotmail.com> em 07 de maio 2013.
- [8] OLIVEIRA, A.; FARIAS, I.; FERREIRA, A. O que é concreto protendido. Disponível em: <<http://www.sh.com.br/blog/2015/o-que-e-concreto-protendido/>>. Acessado em 20 de agosto de 2016.
- [9] HANAI, J. B. Fundamentos do concreto protendido. E-book de apoio para o Curso de Engenharia Civil. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1484/1/PB_DACOC_2013_1_11.pdf> . Acessado em 20 de janeiro de 2017.
- [10] PORTAL DO CONCRETO. Concreto protendido. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/protendidos.html>>. Acessado em 20 de janeiro de 2017.
- [11] CINTRA, J.C.A. Carregamento lateral em estacas. Oficina de Textos. Departamento de Geotécnica, São Carlos, 2002.

- [12]Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Previsão do Comportamento de Fundações. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF04-Considera%C3%A7%C3%B5es-sobre-funda%C3%A7%C3%B5es-diretas-20121.pdf>>. Acessado em 20 de janeiro de 2017.
- [13]MEYERHOF; G.G.Compaction of sands and bearing capacity of piles. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, v.85, SM6, p. 1-29. 1959.
- [14]ESCOLA ENGENHARIA - EE. Tipos de sondagem. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sondagem/>>. Acessado em 20 de janeiro de 2017.
- [15]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122– Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro-RJ, 1994.
- [16]_____.NBR6484: Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.
- [17]_____.NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.
- [18]_____.NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.
- [19]DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 172: Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas. Brasília, 2016.
- [20]BASTOS, P.S.S. Lajes de Concreto: Notas de aula da disciplina Estrutura de Concreto I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Bauru: 2015. 119 p.
- [21]_____.NBR 7181: Solo – Determinação do limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984.
- [22]DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER 92: Solo - Determinação da massa específica aparente in situ, com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 1994.
- [23]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:Projetos de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 256 p.
- [24]_____.NBR7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro, 2008
- [25]_____.NBR5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro, 2008.
- [26] MEDEIROS, Heloisa. (Imagem principal)In Pisos de concreto.PINI (porta e periódico). No.41.Nov.2011 Disponível em <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/41/pisos-de-concreto-planejamento-da-execucao-e-fundamental-para-239495-1.aspx>.; Acesso em: jun/2017.

Publish Research Article

International Level Multidisciplinary Research Journal For All Subjects

Dear Sir/Mam,

We invite unpublished Research Paper, Summary of Research Project, Theses, Books and Books Review for publication, you will be pleased to know that our journals are

Associated and Indexed, India

- ★ Directory Of Research Journal Indexing
- ★ International Scientific Journal Consortium Scientific
- ★ OPEN J-GATE

Associated and Indexed, USA

- DOAJ
- EBSCO
- Crossref DOI
- Index Copernicus
- Publication Index
- Academic Journal Database
- Contemporary Research Index
- Academic Paper Database
- Digital Journals Database
- Current Index to Scholarly Journals
- Elite Scientific Journal Archive
- Directory Of Academic Resources
- Scholar Journal Index
- Recent Science Index
- Scientific Resources Database

Review Of Research Journal
258/34 Raviwar Peth Solapur-
413005, Maharashtra
Contact-9595359435

E-Mail-ayisrj@yahoo.in/ayisrj2011@gmail.com