



Caracterização geotécnica do subsolo e recomendações para o projeto e execução das fundações de edificações populares da ocupação Carlos Marighella em Fortaleza – CE

Geotechnical characterization of the subsoil and recommendations for the design and execution of the foundations of popular buildings of The Carlos Marighella occupation in Fortaleza - CE

DOI: 10.55905/revconv.16n.7-088

Recebimento dos originais: 13/06/2023

Aceitação para publicação: 10/07/2023

Dalila Almeida do Nascimento

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: dalilaalmeida@alu.ufc.br

Victor Luiz da Silva Alves

Graduado em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: victorluizalves@alu.ufc.br

Moudilayne Suyanne Portela Freire

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: moudilayne.freire@alu.ufc.br

Ilna Torres Pontes

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: ilanatorrespontes@alu.ufc.br

Alfran Sampaio Moura

Doutor em Geotecnia pela Universidade de Brasília

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: alfransampaio@ufc.br



Carlos Estevão Rolim Fernandes

Doutor em Automação e Processamento de Sinais e Imagens pela Universidade Côte d'Azur

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: estevao@ufc.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de um trabalho de articulação entre equipes universitárias e uma empresa privada com o objetivo de elaborar um estudo de caracterização do solo, a fim de subsidiar a elaboração de projetos para habitações de interesse popular na Ocupação Carlos Marighella (OCM), em Fortaleza-CE. O estudo descreve os procedimentos de aproximação entre a universidade e a comunidade, bem como a participação da empresa responsável pelos ensaios e análises geotécnicas. O estudo se propõe a apresentar elementos que viabilizarão o fornecimento de orientações visando o uso mais racional do subsolo local, o projeto e a futura execução das fundações. Dados preliminares permitem a identificação do tipo de fundação a ser adotado. A atuação do ETecS (Escritório de Tecnologia Social) possibilita prestar um serviço de engenharia de qualidade para comunidades carentes e fornecer aos alunos formação técnica e cidadã.

Palavras-chave: engenharia popular, extensão universitária, habitação social, ocupações urbanas, sondagem à percussão.

ABSTRACT

This article presents the results of a joint work between university teams and a private company with the objective of elaborating a soil characterization study, in order to subsidize the elaboration of projects for housing of popular interest in the Carlos Marighella Occupation (OCM), in Fortaleza-CE. The study describes the procedures of approximation between the university and the community, as well as the participation of the company responsible for the geotechnical tests and analyzes. The study aims to present elements that will enable the provision of guidelines for the more rational use of the local subsoil, the design and future execution of the foundations. Preliminary data allow the identification of the type of foundation to be adopted. The performance of ETecS (Office of Social Technology) makes it possible to provide a quality engineering service to needy communities and provide students with technical and citizen training.

Keywords: popular engineering, university extension, social housing, urban occupations, percussion survey.

1 INTRODUÇÃO

Conforme o censo do IBGE de 2010, a cidade de Fortaleza possui 2.452.185 habitantes, formada explicitamente por um desenvolvimento excludente e pela desigualdade socioespacial e possui um grande número de assentamentos precários, bem como um déficit habitacional significativo e um índice de desenvolvimento humano municipal de 0,754. Totalizam-se na



cidade de Fortaleza 856 assentamentos precários com cerca 271.539 famílias sem moradia adequada, sem infraestrutura domiciliar digna, sem oferta apropriada de equipamentos e serviços públicos de qualidade. Nesse contexto de escassez de serviços básicos, aliado à explosão demográfica, o número de assentamentos irregulares e conjuntos habitacionais aumentam.

O presente artigo nasce da necessidade de expor os recentes acontecimentos da Ocupação Carlos Marighella (OCM), desde de seu primeiro contato com a ONG Taramela e o nascimento da ideia das moradias populares até a cooperação com o Escritório de Tecnologia Social (ETecS), projeto de extensão da Universidade Federal do Ceará (UFC), para a execução de estudos geotécnicos e topográficos no local; também, cabe analisar a situação crítica de desigualdade social que acomete muitos brasileiros.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

O direito humano à moradia digna é assegurado pela legislação internacional assim como pela Constituição brasileira. Esse direito fundamental somente foi reconhecido em 10 de dezembro 1948 pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (NAÇÕES UNIDAS, 1948) como componente do direito a um padrão de vida adequado, e também em 1966 pelo Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (NAÇÕES UNIDAS, 1992), transformando-se num direito universal, aceito e aplicável em todas as partes do mundo como fundamental para a vida das pessoas.

Na Constituição Federal, compreende os direitos sociais “a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados”. Conforme a Constituição, o plano diretor é o instrumento básico de política de desenvolvimento e de expansão urbana, sendo obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, e uma moradia urbana digna cumpre sua função quando atende às exigências fundamentais do plano diretor. A propriedade cumpre sua função, principalmente, quando for utilizada em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, assim como assegurar as necessidades básicas dos cidadãos relacionadas à qualidade de vida, à juridicidade socioambiental e ao desenvolvimento das atividades econômicas.

Conforme os dados de 2016 da Fundação João Pinheiro (FJP), o Ceará possui 238.411 domicílios que estão em déficit habitacional, entre eles compreende 203.529 no meio urbano e



34.883 no meio rural. O caso da Ocupação Carlos Marighella (OCM), localizada no bairro Mondubim em Fortaleza-CE, é um exemplo de comunidade que necessita e espera por melhores condições de moradia.

3 A OCUPAÇÃO CARLOS MARIGHELLA

A OCM nasceu em junho de 2020, contando com a presença de diversas famílias que moram em residências deficientes, que não possuem aspectos mínimos de uma qualidade básica de moradia, como energia elétrica, saneamento básico, abastecimento de água, entre outros. Com o agravamento da situação de pandemia de COVID-19, a situação da ocupação ficou mais crítica, pois evidenciou a crise sanitária e financeira, sem condições de garantir o isolamento social necessário. A Ocupação é formada por cerca de 85 famílias que não contam com outra opção de moradia. Ocupou-se inicialmente um terreno próximo ao ocupado atualmente. Esse primeiro terreno coincidia com um vazio urbano, pois não era utilizado para fins residenciais, comerciais ou misto, não havia construções, cercas e divisórias. Dessa forma, não preenchia o requisito constitucional da propriedade, por falta de atendimento à função social. Apesar de não enfrentarem nenhum obstáculo ao ocuparem, os moradores começaram a sofrer represálias, intimidações e derrubadas de seus barracos sem qualquer apresentação de ordem judicial.



Figura 1: Localização da Ocupação.



Representantes das empresas envolvidas propuseram a doação de um terreno próximo à área ocupada para os ocupantes, que formariam uma associação para que a doação pudesse ser formalizada. Prometeram ainda apoio para a construção de suas casas no terreno doado. A proposta foi bem recebida pelos ocupantes. No entanto, os representantes da empresa não entraram em contato para dar seguimento à proposta acordada e ingressaram com ação de reintegração de posse com pedido de tutela de urgência. A juíza titular da 38a. Vara Cível entendeu que os proprietários não conseguiram caracterizar o exercício de posse anterior e indeferiu o pedido liminar de reintegração de posse. No entanto, logo após o indeferimento da liminar a magistrada entrou de férias, vindo o juiz substituto a reformar sua decisão no primeiro dia útil seguinte, logo após a juntada de fotos de um suposto pedaço de cerca que não passa de um conjunto de tocos irregulares montados pela própria comunidade vizinha e ocupação para estender roupas e para organizar o espaço da ocupação.



Os ocupantes recorreram da decisão do juiz substituto e o desembargador adiou a data da desocupação voluntária. Desde então, se alonga esse processo de adiamento do despejo, sucedendo-se decisões judiciais variadas quanto à desocupação. Por conta disso, a ocupação encontra-se em constante sentimento de medo e incerteza sobre sua situação.

Figura 2: Barracos derrubados sem ordem judicial.



Fonte: Taramela Assessoria Técnica (2021).

Participantes ativos do contexto social que a OCM estava inserida, a organização não-governamental (ONG) Taramela Assessoria Técnica, do Coletivo Escalar e de profissionais autônomos junto aos movimentos sociais e dos próprios moradores da ocupação, elaborou um Plano Emergencial de Negociações (PEN) que apresenta como alternativa para a solução habitacional a construção por autogestão. Esse plano ainda está em movimento e aberto ao diálogo com a Ocupação de forma a promover para as famílias inseridas uma moradia digna.

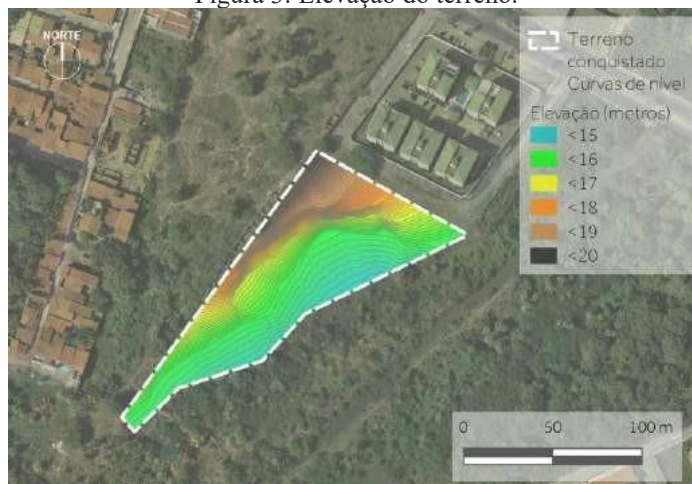
Assim, com o objetivo de assegurar à OCM assessoria técnica de arquitetura e urbanismo, melhorias de habitabilidade e estimular a organização local, a Taramela entrou em contato com professores da Universidade Federal do Ceará (UFC) para fortalecer e facilitar o desenvolvimento do PEN. O Escritório de Tecnologia Social (ETecS) da Universidade Federal do Ceará (UFC), um escritório que oferece serviços gratuitos de engenharia e arquitetura para a população de baixa renda, foi acionado para realizar estudos geotécnicos e projeto de fundações.

O terreno desafetado pela prefeitura de Fortaleza e destinado às famílias da ocupação é localizado nas proximidades de uma Zona de Proteção Ambiental tipo 1 (ZPA 1), a qual congrega um trecho de um rio. Nesse terreno há um desnível considerável, de forma que se pôde descrevê-lo como constituído por uma parte mais baixa, onde verifica-se alagamentos na época chuvosa da



região e que não está sendo aproveitada pela comunidade ainda; e uma segunda área que é mais elevada e onde foram executadas as moradias que existem hoje.

Figura 3: Elevação do terreno.



Fonte: Taramela Assessoria Técnica (2021).

A declividade do terreno varia de 0 a 19°, indicando a existência de grande inclinação na superfície do terreno. Segundo uma classificação do INCRA, este intervalo enquadra o terreno como forte ondulado.

Antes da construção das habitações, os moradores da comunidade executaram um aterro de forma autônoma nesta segunda área do terreno, empregando entulho como principal material.

Em todas as habitações da ocupação observa-se o emprego de tapumes e plástico como elementos construtivos, além de não haver fornecimento de energia elétrica e água canalizado, bem não há esgotamento sanitário ligado à rede coletora urbana, nem arruamentos.



Figura 4: Trecho de barracos na Ocupação.



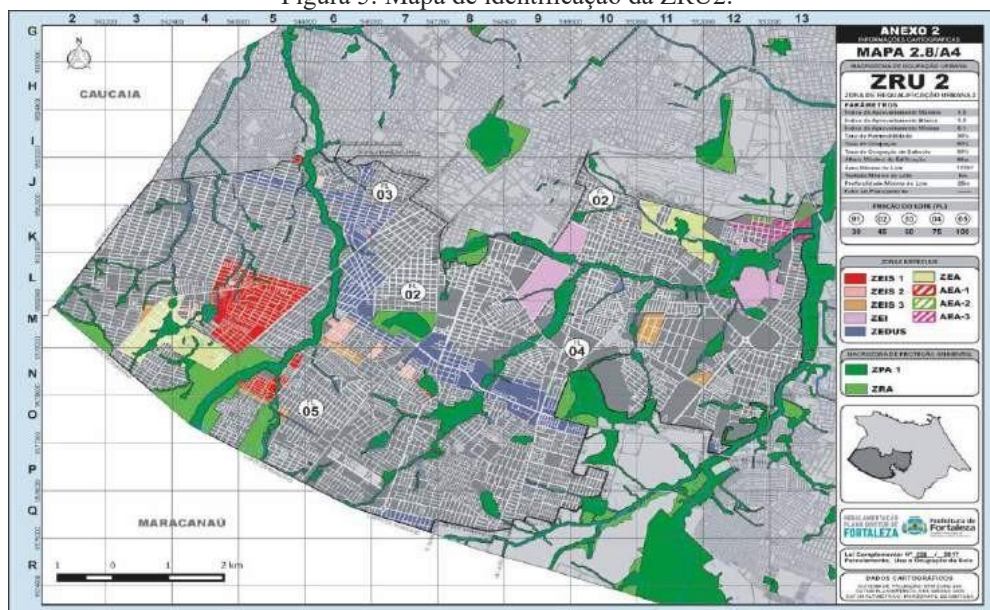
Fonte: Taramela Assessoria Técnica (2021).

O terreno em questão encontra-se, de acordo com o PDPFOR, em uma Zona de Requalificação Urbana 2 (ZRU 2), na qual tem por definição áreas do território da cidade de Fortaleza que possuem a “incidência de núcleos habitacionais de interesse social precários, destinando-se à requalificação urbanística e ambiental e à adequação das condições de habitabilidade, acessibilidade e mobilidade” (FORTALEZA, 2009).

São definidos, ainda, como objetivos dessa zona a promoção de requalificação urbanística e ambiental, a integração e a regularização urbanística e fundiária dos núcleos habitacionais de interesse social existentes, assim como a promoção e o incentivo à construção de novas habitações de interesse social. Dessa forma, a utilização do terreno para atender a demanda da Ocupação Carlos Marighella está em pleno acordo com as definições e objetivos do zoneamento no qual o terreno está inserido.




Figura 5: Mapa de identificação da ZRU2.



Fonte: Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) (2021).

Figura 6: Tabela com os parâmetros urbanos de cada zoneamento


Câmara Municipal de Fortaleza

ANEXO 4 - PARÂMETROS URBANOS DA OCUPAÇÃO
ANEXO 4.2 - MACROZONA DE OCUPAÇÃO URBANA

ZONAS DE OCUPAÇÃO	ZOP 1	ZOP 2	ZOC	ZRU 1	ZRU 2	ZOM 1	ZOM 2	ZOR
	Zona de Ocupação Preferencial 1	Zona de Ocupação Preferencial 2	Zona de Ocupação Consolidada	Zona de Requalificação Urbana 1	Zona de Requalificação Urbana 2	Zona de Ocupação Moderada 1	Zona de Ocupação Moderada 2	Zona de Ocupação Restrita
TAXA DE PERMEABILIDADE (%)	30	30	30	30	30	40	40	40
TAXA DE OCUPAÇÃO (%)	SOLO	60	60	60	60	50	50	50
	SUBSOLO	60	60	60	60	50	50	50
ÍNDICE DE APROVEITAMENTO (IA)	BÁSICO	3,00	2,00	2,50	2,00	1,50	2,00	2,00
	MÍNIMO	0,25	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10
	MÁXIMO	3,00	3,00	2,50	2,00	1,50	2,50	2,00
FATOR DE PLANEJAMENTO (Fp)	-	0,50	-	-	-	0,75	0,75	-
ALTURA MÁXIMA DA EDIFICAÇÃO (m)	72,00	72,00	72,00	48,00	48,00	72,00	48,00	15,00
DIMENSÕES MÍNIMAS DO LOTE	TESTADA (m)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00
	PROFUNDIDADE (m)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
	ÁREA (m²)	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	150,00	150,00
FRACÃO DO LOTE	ÁREAS DE APLICAÇÃO	1	30	30	30	-	-	-
		2	45	-	-	45	45	45
		3	-	-	-	60	-	-
		4	-	-	-	-	75	75
		5	-	-	-	100	100	100

OBSERVAÇÕES

1 De acordo com os termos do mapa a que se refere o art. 243 da Lei Complementar nº 101, de 30 de dezembro de 2011 - DOM 236/1.02/12

OBSERVAÇÃO GERAL

Para ZRU 1 e ZRU 2, a taxa de permeabilidade poderá ser reduzida até o mínimo de 20% (vinte por cento) da área do lote, desde que a área correspondente à diferença entre este valor e a porcentagem definida nesta tabela seja substituída por área equivalente de absorção, através da instalação de drenos horizontais, sob os ângulos e distâncias ou pavimentadas e drenos verticais em qualquer ponto do terreno.

Rua São José, 01, Bairro Centro - CEP: 60.060-170 Fortaleza, Ceará, Brasil

Fonte: Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS)(2021).

Quanto ao zoneamento de áreas ambientais nas proximidades do terreno em questão, apresenta-se uma Zona de Proteção Ambiental tipo 1 (ZPA 1), a qual adentra um pouco ao sul do terreno. Assim, apresenta-se a cartografia da área do terreno passível de aproveitamento, visto que a área de ZPA 1 não permite edificações e intervenções.



Figura 7: Identificação da Zona de Preservação Ambiental 1.



Fonte: Taramela Assessoria Técnica (2021).

4 A TAMELA ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A Taramela foi criada em 2016 e consiste em um grupo de profissionais e graduandos de arquitetura que tem por objetivo atuar junto às comunidades e movimentos sociais, prestando serviços de assessoria técnica nos âmbitos da arquitetura, urbanismo e planejamento urbano.

A Taramela é uma das organizações que prontamente passaram a apoiar e a assessorar a OCM no processo de luta pela construção de moradias populares, atuando principalmente no diálogo com os agentes públicos, frente às diversas tentativas de remoção da ocupação.

Além disso, a Taramela elaborou uma série de trabalhos técnicos para auxiliar na consolidação da ocupação e das moradias. Juntamente com o Coletivo Escalar, outro grupo de arquitetos autônomos e estudantes voluntários, foi desenvolvido um Plano Emergencial da Ocupação, que apresenta uma proposta de construção de moradias por autogestão para a OCM, que foi apresentada e debatida junto ao Poder Público. Posteriormente foram desenvolvidos também outros trabalhos técnicos como o Relatório de Zoneamento Preliminar da ocupação e o Relatório Ambiental, contendo informações levantadas sobre o terreno e uma proposta preliminar de ocupação. Outros produtos vêm sendo desenvolvidos desde o ano de 2021, sendo que os integrantes da comunidade continuam em busca de moradias dignas para a população a que se destina o terreno.



5 O ESCRITÓRIO DE TECNOLOGIA SOCIAL

O Escritório de Tecnologia Social (ETecS) é um projeto de extensão do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (CT/UFC) fundado em 2005 e que possui visibilidade dentro e fora da Universidade.

O ETecS presta serviços de assistência técnica a famílias com vulnerabilidade social, cuja renda familiar mensal não ultrapassa três salários mínimos. A principal atividade desenvolvida pelo Escritório é a elaboração de projetos de regularização fundiária para fins de usucapião, mas os membros também realizam projetos arquitetônicos e complementares (hidrossanitário, elétrico e estrutural) para auxiliar na reforma e construção de moradias, dentre outras atividades que surgem conforme a demanda.

Ao longo de quase 17 anos de existência, o ETecS já elaborou mais de 900 projetos, beneficiando em torno de 3000 pessoas e projetando o nome do Centro de Tecnologia da UFC para além dos muros da universidade.

6 METODOLOGIA

Este trabalho se qualifica como pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, organizada na forma de um estudo de caso descritivo que visa a delimitação do tópico de investigação, orientando a definição de instrumentos de coleta de dados e técnicas construtivas com vistas ao uso mais racional do subsolo local quando da elaboração do projeto e da futura execução das fundações. As análises das investigações apresentadas no presente estudo são fruto da triangulação de observações oriundas de imagens aéreas digitais capturadas com drone, uma visita técnica na comunidade para reconhecimento do terreno e dois ensaios de sondagem à percussão.

O estudo foi organizado nas seguintes etapas: mediação institucional, mapeamento com drone com captura de imagens aéreas, visita técnica de reconhecimento, ensaios de sondagem à percussão e análise das amostras de solo em laboratório.

6.1 MEDIAÇÃO INSTITUCIONAL

O processo de mediação institucional estabeleceu vínculos entre a comunidade e diversos grupos, organizações e instituições envolvidas, permitindo a construção coletiva dos diálogos e das reivindicações. Desde então, a relação entre técnicos e moradores foi se estreitando e foram



desenvolvidas diversas atividades e produtos. Houve o acompanhamento no processo de resistência às reintegrações de posse e a elaboração do PEN, culminando na desafetação do terreno onde a OCM se encontra atualmente.

Percebeu-se que o diálogo com a comunidade foi muito necessário para coletar informações, necessidades e ideias pertinentes, a contextualização, a estruturação do plano e o seu desenvolvimento só foi possível com a constante presença da comunidade. Além das questões colocadas por meio de conversas e assembleias dos moradores, foi ressaltado a importância da contribuição técnica de outros grupos para melhoria da qualidade de vida na OCM e no processo de conquista efetiva da moradia.

Nesse período houve a aproximação da equipe de Engenharia Popular da UFC e surgiram as demandas de estudo e melhoramento do aterramento do terreno da ocupação. Com uma articulação interdisciplinar, deu-se início ao desenvolvimento do trabalho de aproximação, compreensão da realidade e do contexto morfológico, culminando com a realização das sondagens *in loco*.

A partir de contatos com a ONG Taramela, uma equipe de Engenharia Popular do Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica da UFC (DIATEC/UFC) iniciou um processo de mediação institucional com a comunidade da OCM a fim de dar um suporte em aspectos de engenharia no âmbito da execução do Plano Emergencial de Ocupação. Nesse contexto, o ETecS foi acionado para cooperar com serviços de assistência técnica nas áreas de geotecnia e projeto de fundações para casas populares de baixo custo.

Mediante convite do DIATEC, a área de geotecnia do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA/UFC) se prontificou a orientar estudantes no que diz respeito à elaboração do projeto de fundações das edificações. A finalidade dessa parceria é dar suporte técnico aos membros do ETecS de modo a viabilizar o fornecimento de orientações pertinentes quanto ao projeto e à execução das fundações.

A cooperação dos professores dos departamentos citados foi importante, ainda, para angariar patrocínio para a execução de serviços de geotecnia cujo custeio seria inviável para as instituições envolvidas. O contato com a comunidade, os serviços e os ensaios laborais foram realizados por três estudantes de engenharia civil, com o auxílio de técnicos e professores.

A comunidade participou ativamente na execução dos serviços, contextualizando sobre o cotidiano do local e suas necessidades mais urgentes. Também, antes do contato com o ETecS, a



comunidade desfrutou de oficinas e palestras sobre regularização fundiária e memento database, por exemplo, conduzidas pela Taramela Assessoria Técnica em Arquitetura e Cidade ao Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Ceará (CAU/CE), conforme as figuras abaixo.

Figura 8 e 9: Oficina realizada na ocupação sobre o Censo Comunitário



Fonte: Taramela Assessoria Técnica (2021).

Figura 10: Registros da Oficina realizada na ocupação sobre os desejos dos moradores.



Fonte: Taramela Assessoria Técnica (2021).

6.2 MAPEAMENTO E CAPTURA DE IMAGENS AÉREAS COM DRONE

O primeiro mapeamento do terreno havia sido realizado pela equipe da ONG Taramela, resultando em registros na forma de arquivos AutoCAD®. Para completar estas informações e obter um registro visual e atualizado do espaço de ação, membros do grupo Engenharia Popular da UFC realizaram uma visita técnica na ocupação, com o auxílio de um drone e aparelhos celulares para registros fotográficos. As imagens capturadas, após serem editadas em computador, foram utilizadas para auxiliar na contagem e identificação das moradias e famílias



que ali residiam. Esta etapa foi realizada com a colaboração de duas moradoras da comunidade. Desta forma, além de constatar a quantidade total de barracos existentes, o procedimento executado forneceu imagens que, superpostas às plantas de projeto propostas, auxiliaram na identificação das melhores localizações para perfuração.

6.3 VISITA TÉCNICA DE RECONHECIMENTO

O primeiro contato da equipe do ETecS com os habitantes da Ocupação Carlos Marighella se deu no final do mês de agosto do ano corrente, e consistiu numa visita de reconhecimento do terreno, da qual participaram ativamente três membros do ETecS, um representante do DIATEC, o auxiliar técnico do Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação (LMSP) da UFC, um representante da comunidade, e um representante da Taramela.

Na oportunidade foram pré-definidos os locais onde seriam feitas as duas sondagens à percussão do tipo SPT (*Standard Penetration Test*) cedidas pela empresa FORTSOLOS Engenharia. As sondagens foram locadas em pontos do terreno onde não foi realizado aterro, ficando uma na parte mais baixa do terreno, e outra na área mais elevada, nas proximidades das habitações já construídas. Tratam-se de áreas que, segundo o representante da comunidade, serão aproveitadas quando da execução de novos domicílios e criação de ambientes de convivência para a comunidade.

6.4 ENSAIOS DE SONDAGEM À PERCUSSÃO E ANÁLISE LABORATORIAL

No início do mês de setembro, dois membros do ETecS acompanharam a execução das sondagens, e realizaram a coleta de amostras deformadas de solo em diversas profundidades para posterior caracterização no LMSP. Além disso, foram realizados ensaios para determinação da densidade in situ (ensaio do frasco de areia) em três pontos: sendo um na área abrangida pelo aterro e os outros dois próximos a cada um dos locais de execução das sondagens. Também foi coletada uma amostra do material constituinte do aterro para análise em laboratório. As amostras deformadas coletadas durante a execução das sondagens à percussão serão utilizadas para fazer a caracterização do solo verificado em determinadas profundidades. Os ensaios a serem realizados com esse material são: análise granulométrica com sedimentação, limite de liquidez e plasticidade, cisalhamento direto e adensamento (utilizando para os dois últimos amostras reconstituídas).



Já a amostra de solo coletada do aterro deverá ser utilizada para fazer ensaio de compactação e adensamento (com amostra reconstituída). Decidiu-se realizar o ensaio de densidade in situ na área aterrada tendo em mente uma possível análise de estabilidade do talude existente no local, com o objetivo de assegurar a integridade tanto das habitações estabelecidas na área mais elevada do terreno como das construções que vierem a ser executadas próximas ao pé do talude.

Figura 11: Registros da realização do ensaio de sondagem à percussão.



Fonte: Escritório de Tecnologia Social (2022).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No relatório fornecido pela FORTSOLOS Engenharia constam os resultados das duas sondagens realizadas, bem como uma indicação preliminar do tipo de fundação a ser utilizado, mas a definição só poderá ser feita após a conclusão dos ensaios de laboratório. A Figura 12 apresenta o resultado do ensaio de SPT realizado no furo localizado na área mais elevada.



Figura 12: Resultado de um ensaio de SPT realizado.

PERCUSSÃO						NÍVEL DA ÁGUA	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	LITOLOGIA	SONDAGEM ROTATIVA		
PROF. (m)	1º/15	2º/15	3º/15	NSPT							
1,0	1/45				1,00	areia siltosa fofa de cor cinza escura					
2,0	1	3	4	7		argila silto arenosa pedregulhosa média a dura de cor variegada cinza e vermelha					
3,0	10	11	13	24							
4,0	13	8	8	16		areia silto argilosa pedregulhosa medianamente compacta de cor cinza					
5,0	3	5	7	12							
6,0	9	11	15	26		argila silto arenosa pedregulhosa dura de cor variegada amarelada e cinza					
7,0	7	7	39	46							
7,95						Alteração de rocha impenetrável a percussão					
						tempo por lavagem 1º tempo 10min x 6cm 2º tempo 10min x 4cm					

Fonte: FORTSOLOS Engenharia (2022).

Pelo perfil representado na Figura 12, observa-se que o nível d'água foi encontrado a 1,00m de profundidade e que foram verificadas cinco subcamadas de solo no local, segundo a classificação tátil-visual, foram verificados seguintes materiais: areia siltosa fofa de cor cinza escura; entre 1,00m e 3,00m de profundidade foi verificada a existência de uma argila silto arenosa pedregulhosa, média a dura de cor variegada cinza e vermelha; entre 3,00m e 5,00m verificou-se a presença de uma areia silto argilosa pedregulhosa, medianamente compacta, de cor cinza; de 5,00m a 7,95m verificou-se existência de uma camada de argila silto arenosa pedregulhosa, dura, de cor variegada amarelada e cinza; quando se atingiu a profundidade de 7,95m encontrou-se uma camada de alteração de rocha impenetrável à percussão.

Com relação ao NSPT, observa-se que no primeiro metro de sondagem o solo apresentou resistência muito baixa à penetração, sendo necessário apenas um golpe do martelo para que o amostrador penetrasse os 45cm, enquanto que para a segunda subcamada ocorreu uma variação do NSPT de 7 a 24; na terceira subcamada houve uma diminuição do NSPT, que variou de 16 a 12 e, por fim, o parâmetro atingiu a marca de 26 e 46 na quarta subcamada, anterior à camada impenetrável.

Com base nos resultados obtidos com a realização da sondagem mostrada na Figura 13 e tendo conhecimento do tipo de edificação que se pretende executar no local (residências unifamiliares padrão baixo), observa-se a possibilidade de execução de fundações superficiais do



tipo sapata corrida assentes em profundidade mínima de 2,00m, de forma a mobilizar parte da segunda e terceira subcamada descritas anteriormente.

Uma possível alternativa é realizar a escavação do terreno até a profundidade de 2,00m e fazer a substituição do solo natural por um aterro executado com solo selecionado, compactando-o em camadas de no máximo 20 cm, a fim de tornar possível o assentamento da base das sapatas corridas a uma profundidade mais próxima da superfície do terreno.

O tipo de fundação e sua profundidade de assentamento será definida quando da finalização de todos os ensaios propostos, objetivando chegar em um projeto que ofereça segurança estrutural e que seja o mais econômico possível.

Por se tratar de edificações de baixo custo, é recomendável ainda, que se busque alternativas no que diz respeito aos materiais utilizados nas fundações. A título de exemplo pode-se citar resíduos da construção civil de classe “A”.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É válido salientar que os procedimentos laboratoriais já foram iniciados pela equipe do Escritório no LMSP, contando com o auxílio técnico dos funcionários do laboratório e com toda a aparelhagem lá disponível. Esses resultados devem ser apresentados em um trabalho posterior, onde será dado mais enfoque à geotecnia envolvida no projeto.

A viabilidade da realização da análise de estabilidade do talude depende da execução de levantamento topográfico planialtimétrico na área, essa atividade será realizada também pela equipe do ETecS.

Cabe enfatizar que o ETecS contribuiu e irá permanecer no seu encargo de fornecer orientações quanto ao projeto e à execução das fundações. As informações aqui trazidas sobre as sondagens realizadas são preliminares devido aos trabalhos, ensaios e análises que estão e ainda serão realizadas. Caso for o interesse da comunidade, o ETecS pretende ainda continuar sua atuação com a comunidade com suas futuras demandas.

Ademais, o contato com a comunidade fora muito importante para os alunos de graduação uma vez que, além de colocar os conhecimentos acadêmicos em campo, a ciência sobre a realidade precária existente e o entendimento que a engenharia precisa chegar também nas comunidades favorece ainda mais na mudança, tornando a engenharia cada vez mais acessível.



O papel do engenheiro civil cada vez mais aproxima-se de um papel de mitigador de mazelas sociais enfrentadas por comunidades marginalizadas.

AGRADECIMENTOS

As autoras e autores deste artigo reconhecem a colaboração e parceria de diversas instituições, sem as quais não seria possível a conclusão deste trabalho. Por esta razão, agradecem publicamente à ONG Taramela e ao Núcleo de Engenharia e Desenvolvimento Social da UFC pela ajuda na mediação institucional com a comunidade; ao Escritório de Tecnologia pelo apoio técnico e de pessoal, ao Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação da UFC pela disponibilização de material para realização dos ensaios, à empresa FORTSOLOS Engenharia pelo apoio através da execução das sondagens à percussão; e agradecimentos especiais são devidos aos moradores da OCM que abriram suas portas para a realização deste trabalho. O último autor, em particular, agradece à FUNCAP pela bolsa de mestrado.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios.** Rio de Janeiro, p. 19. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações.** Rio de Janeiro, p. 33. 1996.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 16/09/2022.

BRASIL. **Decreto nº 592, de 6 de julho de 1992.** Promulga o Pacto internacional sobre direitos civis e políticos, adotado pela XXI Sessão da Assembléia Geral das Nações Unidas, em 16 de dezembro de 1966. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 07 jul. 1992. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0592.htm. Acesso em: 10/09/2022.

BRASIL. Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008. **Lei de Assistência Técnica.** Brasília, DF: DOU, 26/12/2008.

FORTALEZA. **Lei Complementar Nº 062, de 02 de Fevereiro de 2009:** Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. Fortaleza, CE.

FORTALEZA (Município). Lei Complementar Nº 236, de 11 de Agosto de 2017. **Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.** Fortaleza, CE.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil.** Disponível em: <<http://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>>. Acesso em: 10/09/2022.

IBGE. **Cidades.** Fortaleza, Ceará. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>>. Acesso em: 10/10/2022.

NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos.** Brasília: Ministério das Relações Exteriores, Ministério da Justiça, 1948. Disponível em: <http://portal.mj.gov.br/sedh/ct/legis_intern/ddh_bib_inter_universal.htm>. Acesso em: 10/09/2022.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Classificação dos Resíduos da Construção Civil no Brasil.** Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/classificacao-dos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 10/09/2022.

TARAMELA. **Quem somos.** Disponível em: <<https://www.taramela.org/quem-somos>>. Acesso em: 10/09/2022.