



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ERGONOMIA

PRISCILLA GARBELIM GARCIA

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE
AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA
GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL - UMA PROPOSTA DE PRODUTO**

Recife
2024

PRISCILLA GARBELIM GARCIA

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE
AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA
GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL - UMA PROPOSTA DE PRODUTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ergonomia (PPErgo) da UFPE como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ergonomia.

Linha de pesquisa: Ergonomia e usabilidade do produto e produção.

Área de concentração: Ergonomia e Usabilidade de Produtos, Sistemas e Produção.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Angélica de Souza Galdino Acioly.

Recife
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Garcia, Priscilla Garbelim.

Otimização do processo de armazenamento e transporte de amostra indeformada de solo em uma empresa de engenharia geotécnica no sudeste do Brasil, uma proposta de produto / Priscilla Garbelim Garcia. - Recife, 2024.

123 p. : il., tab.

Orientador(a): Angélica de Souza Galdino Acioly

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Ergonomia, 2024.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Ergonomia. 2. Usabilidade. 3. Amostra Indeformada de Solo. 4. Geotecnia. 5. Construção Civil. I. Acioly, Angélica de Souza Galdino. (Orientação). II. Título.

670 CDD (22.ed.)

Priscilla Garbelim Garcia

Título do trabalho: Otimização do processo de armazenamento e transporte de amostra indeformada de solo em uma empresa de engenharia geotécnica no sudeste do Brasil – Uma proposta de produto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ergonomia (PPErgo) da UFPE como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ergonomia. Área de concentração: Ergonomia e Usabilidade de Produtos, Sistemas e Produção.

Aprovada em: 24/04/2024.

BANCA EXAMINADORA

Professora Doutora Angélica de Souza Galdino Acioly (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Professor Doutor Raimundo Lopes Diniz (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Professora Doutora Giselle Schmidt Alves Diaz Merino (Examinadora externa)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), ao Programa de Pós-Graduação em Ergonomia (Ppergo), ao Centro de Artes e Comunicação (CAC) e ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

À professora Dra. Angélica Acioly pela oportunidade de ser sua orientanda e pelas suas valiosas orientações.

A todos os amigos e professores das disciplinas que cursei que proporcionaram muito aprendizado.

À Michelline Sobral, colega de mestrado, que mesmo longe proporcionou suporte, auxílio e companheirismo.

À empresa na qual trabalho pela oportunidade de poder desenvolver um estudo de um caso real.

A todos os meus colegas de trabalho que participaram e contribuíram para esta pesquisa.

Ao meu irmão pelo apoio em todas as etapas e contribuições com a pesquisa.

À minha mãe que me ensinou tudo o que eu precisava para continuar.

RESUMO

A engenharia geotécnica é um ramo da engenharia que efetua investigações para analisar as condições geológicas dos solos. Essa investigação é realizada por meio de ensaios em laboratório e em in loco com o solo. Para tanto, são realizadas coletas de amostras de solo deformadas e indeformadas. As amostras indeformadas de solo para manter as suas características originais do campo até o laboratório, onde serão ensaiadas, necessitam de um procedimento específico e serem armazenadas adequadamente em uma caixa. Este estudo tem como objetivo geral otimizar o processo de armazenamento e transporte de amostras indeformadas de solo em uma empresa de engenharia geotécnica no Sudeste do Brasil, através da proposição de um produto com vistas à redução de riscos ergonômicos para os trabalhadores envolvidos na atividade. A relevância deste estudo está em possibilitar a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais e a proteção adequada da amostra de solo. O estudo de natureza teórico-empírica foi desenvolvido através de uma pesquisa exploratória qualitativa, com apoio em bibliografias e pesquisas de observação de campo. Para investigar e compreender as atividades e necessidades dos trabalhadores envolvidos nos serviços de coleta, armazenamento e transporte de amostras indeformadas de solo, foi elaborado uma análise ergonômica preliminar como parte da metodologia GODP - Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos, aplicada para o desenvolvimento do novo produto. Durante a aplicação do método, foi realizada também, a condução de testes de usabilidade tanto com o produto atual como com o produto proposto. Foram desenvolvidos dois modelos de caixa e testado em campo. A principal diferença, entre a caixa utilizada atualmente e as caixas propostas, estão na forma de fechamento e na pega, modificações que contribuíram para otimizar as atividades estudadas.

Palavras-chave: Usabilidade; Amostra Indeformada de Solo; Geotecnia; Construção Civil; Ergonomia.

ABSTRACT

Geotechnical engineering is a branch of engineering that conducts investigations to analyze the geological conditions of soils. This investigation is conducted through tests in the laboratory and on site with the soil. To this end, deformed and undisturbed soil samples are collected. Undisturbed soil samples to maintain their original characteristics from the field to the laboratory, where they will be tested, require a specific procedure and to be stored properly in a box. This study has the general objective of optimizing the storage and transportation process of undisturbed soil samples in a geotechnical engineering company in Southeast Brazil, through the proposition of a product with a view to reducing ergonomic risks for workers involved in the activity. The relevance of this study lies in enabling the prevention of accidents and occupational diseases and the adequate protection of the soil sample. The theoretical-empirical study was developed through qualitative exploratory research, supported by bibliographies and field observation research. To investigate and understand the activities and needs of workers involved in the collection, storage and transport services of undisturbed soil samples, a preliminary ergonomic analysis was prepared as part of the GODP methodology - Guidance Guide for Project Development, applied to the development of the new product. During the application of the method, usability tests were also conducted with both the current product and the proposed product. Two box models were developed and tested in the field. The main difference between the box currently used and the proposed boxes is the way it is closed and the handle, modifications that contributed to optimizing the activities studied.

Keywords: Usability; Undisturbed Soil Sample; Geotechnics; Construction; Ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Caixa para transporte de amostra indeformada de solo.....	16
Figura 02 -	Estrutura de usabilidade.....	24
Figura 03 -	Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP)	29
Figura 04 -	Blocos de Referência.....	30
Figura 05 -	Ensaio de granulometria – etapa peneiramento.....	32
Figura 06 -	Ensaio de Massa específica dos grãos.....	33
Figura 07 -	Ensaio de compactação.....	33
Figura 08 -	Ensaio de Limites de Atterberg.....	34
Figura 09 -	Ensaio CBR.....	34
Figura 10 -	Máquina de ensaio de cisalhamento direto em amostra de solo	35
Figura 11 -	Ensaio de massa específica <i>in situ</i>	35
Figura 12 -	Ensaio de cisalhamento direto em amostra indeformada.....	36
Figura 13 -	Detalhe de amostrador.....	40
Figura 14 -	Amostrador e veículo de solos.....	41
Figura 15 -	Caixa para armazenamento de amostra indeformada de solo...	42
Figura 16 -	Caixa térmica modular.....	42
Figura 17 -	Blocos de Referência do projeto.....	52
Figura 18 -	Fluxograma das atividades estudadas.....	55
Figura 19 -	Local onde foi avaliada a atividade de coleta de amostra de solo...	64
Figura 20 -	Layout do pavimento térreo do laboratório.....	65
Figura 21 -	Layout do 1º andar do laboratório.....	65
Figura 22 -	Perspectiva da caixa.....	81
Figura 23 -	Demonstração do fundo da caixa.....	81
Figura 24 -	Planta e Vista da caixa.....	81
Figura 25 -	Perspectiva da caixa, peça única, apenas a tampa é removível	82
Figura 26 -	Perspectiva da caixa sem a tampa.....	83
Figura 27 -	Perspectiva da caixa em polietileno.....	83
Figura 28 -	Caixa produzida – Modelo 1.....	84
Figura 29 -	Caixa produzida – Modelo 2.....	85
Figura 30 -	Modelo 1 da caixa em campo.....	86

Figura 31 -	Abertura da caixa no laboratório – Modelo 1.....	86
Figura 32 -	Possibilidade de abrir apenas uma das laterais da caixa, em etapas.....	88
Figura 33 -	Possibilidade de abrir quantas faces forem necessárias.....	88
Figura 34 -	Amostra coletada em campo e na banca do laboratório – Modelo 2.....	88
Figura 35 -	Abertura da caixa no laboratório em bancada.....	88
Figura 36 -	Abertura da caixa em duas pessoas no laboratório.....	89
Figura 37 -	Amostra de solo totalmente fora da caixa.....	89
Figura 38 -	Utilização de vanca com um cabo de 40 cm.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Caracterização do ambiente de trabalho.....	66
Tabela 02 -	Pontuação Geral da aplicação do questionário SUS.....	71
Tabela 03 -	Possíveis materiais para a fabricação da caixa.....	73
Tabela 04 -	Custos para fabricação dos modelos.....	85
Tabela 05 -	Resultados do teste de usabilidade.....	90
Tabela 06 -	Resultados do teste SUS.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Relação de normas relacionadas a atividade.....	55
Quadro 02 -	AEP – Atividade 1.....	56
Quadro 03 -	AEP – Atividade 2.....	61
Quadro 04 -	AEP – Atividade 3.....	62
Quadro 05 -	Riscos e perigos na atividade.....	66
Quadro 06 -	Resultados do teste de Usabilidade sobre Eficiência.....	69
Quadro 07 -	Pontos positivos e negativos da caixa.....	74
Quadro 08 -	Requisitos e parâmetros do projeto.....	79
Quadro 09 -	Resultados com o teste in loco com as caixas Modelo 1 e 2.	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Resultado da aplicação do Diagrama de Corlet e Manenica da Atividade 1.....	70
Gráfico 02 - Resultado da aplicação do Diagrama de Corlet e Manenica da Atividade 2.....	70
Gráfico 03 - Resultado da aplicação do Diagrama de Corlet e Manenica da Atividade 3.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEP	Análise Ergonômica Preliminar
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
ANAMT	Associação Nacional de Medicina do Trabalho
ASTM	American Society for Testing and Materials
Caged	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CTPP	Comissão Tripartite Paritária Permanente
DCU	Design Centrado no Usuário
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GODP	Guia da Orientação para Desenvolvimento de Projetos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPI	Instituto Nacional de Proteção Individual
ISO	International Organization for Standardization
Niosh	National Institute for Occupational Safety and Health
NR	Norma Regulamentadora
PEAD	Polietileno de alta densidade
PG	Pontuação Geral
PGR	Programa de Gerenciamento de Risco
PVC	Policloreto de vinil
SUS	System Usability Scale
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UFPE	Universidade Federal do Pernambuco
UVA/UVB	Ultraviolet Radiation A / Ultraviolet Radiation B
VAS	Veículo Amostrador de Solos
TCLE	Termo de Compromisso Livre e Esclarecido
XDM	eXtensible Design Methods

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	PERGUNTA DE PESQUISA.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	JUSTIFICATIVA.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	LEVANTAMENTO E TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS.....	19
2.1.1	Recomendações para o levantamento e transporte manual de cargas.....	21
2.2	ANÁLISE ERGONÔMICA PRELIMINAR.....	22
2.3	ANÁLISE DE USABILIDADE DE PRODUTOS.....	23
2.4	O DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO.....	26
2.4.1	Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP).....	28
2.5	ENSAIOS DE LABORATÓRIO DE SOLOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	31
2.5.1	Ensaios em amostras deformadas.....	32
2.5.2	Ensaios em amostras indeformadas.....	35
2.5.3	Extração e qualidade das amostras.....	36
2.6	PESQUISAS SIMILARES.....	39
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	43
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	43
3.2	LOCAL DA PESQUISA E PROCESSO PRODUTIVO AVALIADO....	43
3.3	UNIVERSO E AMOSTRA.....	44
3.4	ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	45
3.5	PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	48
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE CAMPO.....	52
4.1	BLOCOS DE REFERÊNCIA.....	52
4.2	MOMENTO 1: INSPIRAÇÃO.....	53
4.2.1	Etapa -1: Oportunidades.....	53

4.2.2	Etapa 0: Prospeção.....	53
4.2.3	Etapa 1: Levantamento de dados.....	55
4.3	MOMENTO 2: IDEIAÇÃO.....	74
4.3.1	Etapa 2: Organização e Análise dos Dados.....	74
4.3.2	Etapa 3: Criação.....	79
4.4	MOMENTO 3: IMPLEMENTAÇÃO.....	84
4.4.1	Etapa 4: Execução.....	84
4.4.2	Etapa 5: Viabilização.....	85
4.4.3	Etapa 6: Verificação final.....	94
5	CONCLUSÃO.....	98
	REFERÊNCIAS.....	99
	APÊNDICE A – MODELO DO FORMULÁRIO DE CAMPO.....	104
	APÊNDICE B – MODELO DO FORMULÁRIO DO TESTE DE USABILIDADE.....	106
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	115
	ANEXO 1 – CARTA DE ANUÊNCIA DA EMPRESA.....	118
	ANEXO 2 – PARECER DO CEP – UFPE.....	119

1 INTRODUÇÃO

Um dos ramos da engenharia que mais depende de investigações científicas é a geotecnia, que é a área que busca avaliar as condições geológicas dos maciços e as características físicas dos solos. Essas investigações são importantes pois impactam nos processos decisórios nas fases de projeto e definição das intervenções, nos custos de implantação das obras e em seu grau de segurança (Cobrae, 2005). As coletas de dados são justificadas devido aos problemas que estão associados às incertezas (em relação aos comportamentos dos materiais e solos) que são resultados da ação da natureza e do ser humano. Isto pode prejudicar substancialmente a intervenção e o meio ambiente, caso o solo não seja adequadamente conhecido, gerando projetos muito imprecisos e pouco eficientes (Becker, 2001).

Nesse sentido, principalmente em locais onde serão executadas obras de pavimentação e contenções, são realizadas atividades de extração de amostras indeformadas, definidas como uma parcela de solo retirada e acondicionada com as menores alterações possíveis, de modo a conservar as propriedades físicas e mecânicas naturais do material, como umidade, massa específica, textura, conformação dos grãos e composição mineral (Magalhães, 1993), e que, posteriormente, serão ensaiadas em laboratórios especializados em solos para conhecimento das propriedades e características do material.

A extração de amostra de solo pode ser executada próxima à superfície do terreno natural podendo ocorrer tanto por meio de escavações manuais quanto mecânicas (tratores e escavadeiras), e, em maiores profundidades, mediante execução de escavações de poços ou com a utilização de amostradores mecânicos específicos. Mais comumente, a amostra de solo extraída possui forma cúbica, sendo armazenada e transportada em caixas de madeira. (Figura 01) A massa do conjunto caixa e solo depende do volume da amostra e pode atingir pesos da ordem de 150 quilos para caixas com lados de cerca de 40 cm.

Figura 01 - Caixa para transporte de amostra indeformada de solo



Fonte: Acervo pessoal (2024)

O manuseio de cargas como levantar, abaixar, empurrar, puxar, carregar, segurar e arrastar, geralmente envolve grande esforço físico – estático ou dinâmico – podendo ser classificado como trabalho pesado. Em muitas atividades esse manuseio é realizado por pessoas, causando desconfortos, dores e lesões devido aos objetos de transporte não adaptados à ergonomia do trabalhador, deslocamento frequente e/ou intenso de carga pesada e movimentação realizada de forma prejudicial ao corpo humano. Para que o número de acidentes e doenças fossem reduzidos, há serviços que admitem a realização com auxílio de maquinários e elementos mecânicos (Grandjean, 2004).

Para Monteiro (2014), o avanço tecnológico das últimas décadas substituiu algumas atividades desenvolvidas pelo ser humano por máquinas. Pela maior rapidez, mais precisão, serem programáveis, o uso das máquinas é justificável pela maior rentabilidade às empresas. Assim, o transporte de cargas na construção civil pode ser feito com o auxílio de máquinas de grande porte, como guindastes, escavadeiras, motoniveladoras, tratores e rolos compactadores. Todavia, apesar do desempenho constante, em razão do desenvolvimento da atividade por meio de uma programação, a atividade torna-se pouco flexível e detalhada.

Em contrapartida, o ser humano, mesmo não obtendo um desempenho constante, é flexível e adaptável às variabilidades do trabalho, o que o torna insubstituível em alguns setores, como hospitais, empresas de logística, e manufatura têxtil, entre outros.

Por isso, quando se trata de serviços que requerem cuidados e manuseio delicados para não causar danos ao objeto do trabalho, os profissionais da área da

construção civil, geralmente, executam a atividade manualmente, que é o que ocorre na coleta de amostras de solo para ensaios na área de engenharia geotécnica. Essa atividade exige o deslocamento de itens considerados pesados, como o caso da amostra de solo extraída (solo e caixa), que geralmente ultrapassa o limite máximo de 30 kg de carga estabelecido na Lei n. 5746, de 12 de agosto de 2005 (Senado Federal, 2005).

1.1 PERGUNTA DE PESQUISA

Baseado no que foi apresentado, esta pesquisa possui a seguinte pergunta norteadora: diante da incidência de riscos ergonômicos durante o processo de acondicionamento e transporte de amostras indeformáveis de solo em uma empresa geotécnica, o projeto de um novo produto como proposta poderia otimizar as atividades, minimizando tais riscos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é otimizar o processo de coleta, armazenamento e transporte de amostras indeformadas de solo em uma empresa de engenharia geotécnica, localizada no Sudeste do Brasil, a partir da proposição de um novo produto, com vistas à redução de riscos ergonômicos para os trabalhadores envolvidos na atividade.

1.2.2 Objetivos Específicos

Este estudo possui os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever e analisar as condições, procedimentos e riscos envolvidos no desenvolvimento da atividade do processo em questão;
- b) estabelecer o perfil dos trabalhadores envolvidos na atividade;
- c) analisar a usabilidade do produto adotado pela empresa para a coleta e transporte das amostras indeformadas de solo; e
- d) analisar a usabilidade do produto proposto.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo a Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT) o setor da construção civil está entre os de maior risco de acidentes de trabalho (2017). Além disso, a construção civil está em primeiro lugar no país em incapacidade permanente e o segundo colocado em número de mortes. Ademais, trata-se de um setor representativo, uma vez que cerca de 6 milhões de pessoas atuam nesta área de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com dados divulgados em fevereiro de 2020.

Um estudo desenvolvido em Setúbal, Portugal, cita a atividade de movimentação manual de carga – transportar, agarrar, empurrar, puxar ou deslocar uma carga, como uma operação a qual o trabalhador utiliza o próprio corpo como instrumento de trabalho, estando o operador exposto a perigos e riscos inerentes a atividade (Monteiro, 2014).

De fato, sabe-se que as atividades de extração, acondicionamento e transporte de amostras indeformada de solo (solo e caixa) ocorreram acidentes com afastamentos. O afastamento dos colaboradores com problemas de saúde relacionados à ergonomia é provocado, principalmente, por incidentes nas mãos, braços, ombros e dores lombares (Leigh; Robbins, 2004).

Portanto, este estudo é justificado devido à importância em estudar e propor maneiras de prevenir acidentes e doenças ocupacionais, bem como a proteção da saúde dos trabalhadores envolvidos na execução de extrações de amostras indeformadas de solo.

Acrescenta-se que esta pesquisa ainda é justificada pela falta de estudos que descrevam sobre o desenvolvimento de um produto que reduza os constrangimentos ergonômicos posturais relacionados à coleta, transporte e armazenamento de amostra indeformada de solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEVANTAMENTO E TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

De acordo com Monteiro (2014), a movimentação manual de cargas é uma atividade que envolve o humano em uma série de riscos relacionados aos esforços físicos aplicados ao movimentar uma carga. O esforço excessivo, a adoção de posturas inadequadas e lesões musculoesqueléticas são alguns dos principais riscos envolvidos na atividade.

O esforço excessivo e a adoção de posturas inadequadas comprometem a resistência física do trabalhador, bem como, a força muscular e a oxigenação sanguínea, o que conforme frequência e período contribuem para o surgimento de doenças ocupacionais.

O *National Institute for Occupational Safety and Health* (Niosh) constatou que as taxas de lesões musculoesqueléticas, ou seja, o número de lesões por hora/homem no trabalho e taxas de severidade, isto é, o número de horas perdidas devido às lesões por hora/homem no trabalho, aumenta quando:

- a) objetos pesados são levantados ou quando são levantados do nível do solo;
- b) a posição do objeto em relação ao corpo encontra-se distante;
- c) o período de duração da atividade é prolongado; e,
- d) se o indivíduo não foi cuidadosamente selecionado e treinado para as atividades de levantamento.

Conforme Grandjean (2005), o levantamento e outras formas de manuseio de carga estão, geralmente, associados com sobrecarga da parte inferior da coluna, como nos discos intervertebrais da região lombar.

A dor na região lombar, ou lombalgia, é uma dor entre a área da décima segunda costela e a linha glútea inferior, a qual provoca desconforto, fadiga ou rigidez muscular. Chaffin; Andersson; Martin (2001) estudaram a incidência de lesões ocorridas, principalmente, por levantamentos de carga em situações de trabalho.

Monteiro (2014) cita que embora os acidentes de trabalho relacionados ao movimento manual de carga não estejam estatisticamente bem documentados, eles comumente ocorrem em razão de:

- a) quedas das cargas sobre os pés durante o transporte;
- b) choques com objetos, devido à falta de visibilidade ou mobilidade reduzida;

c) cortes e ferimentos causados por objetos, devido à natureza das cargas ao transportar; e,

d) quedas de mesmo nível devido à falta de visibilidade durante o transporte das cargas.

Alguns autores sugerem regras para o levantamento manual de cargas, como Rasch e Burke (1999) e Sullivan (2009), para os quais um levantamento seguro exige a cuidadosa observação do plano de levantamento, posicionar adequadamente a carga próxima ao corpo, evitar-se a rotação do tronco enquanto a carga é levantada e flexionar propriamente os joelhos.

Além disso, Rasch e Burke (1999, p. 32) propõem seis princípios que devem ser seguidos para o adequado levantamento manual de cargas:

- a) pés posicionados planos no solo;
- b) pernas afastadas numa distância cômoda (aproximadamente 30 cm)
- c) peso mantido o mais próximo possível do indivíduo;
- d) a coluna vertebral deve ser mantida na posição mais ereta possível;
- e) o levantamento deve ser realizado pelos músculos maiores e mais fortes, em geral os músculos extensores da articulação do joelho; e
- f) o indivíduo deve estar voltado para a direção daquilo que pretende deslocar.

Entretanto, esses princípios estão condicionados às variabilidades relacionadas ao trabalho, à carga e ao próprio indivíduo.

Simões (2015, p. 25) elenca fatores de risco associados ao levantamento manual de carga, divididos em três categorias:

Fatores de risco relacionados ao trabalho:

- a) Características da carga;
- b) Manuseio e equilíbrio;
- c) Distância horizontal;
- d) Distância vertical e deslocamento vertical;
- e) Distância percorrida;
- f) Frequência da tarefa;
- g) Duração da tarefa;
- h) Condições ambientais;
- i) Organização, dimensões e condições do local de trabalho.

Fatores de riscos individuais:

- a) Idade;
- b) Sexo;
- c) Características antropométricas e constituição física;
- d) Situação clínica.

Fatores de riscos psicossociais:

- a) Satisfação em relação ao trabalho;
- b) Sexo;
- c) Características antropométricas e constituição física;
- d) Situação clínica.

Estes fatores de risco descritos por Simões (2015) devem ser eliminados ou tratados de forma a reduzir a exposição do trabalhador ao risco durante o levantamento manual de carga.

2.1.1 Recomendações para o levantamento e transporte manual de cargas

No Brasil, a Fundacentro (2004) elaborou alguns procedimentos para o levantamento e o transporte manual de pesos em condições seguras à saúde do indivíduo, por meio da delimitação de cargas de acordo com a idade, sendo de 30 kg para homens adultos de 18 a 35 anos, e 20 kg para as mulheres.

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), no artigo 198 da do Decreto-Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943, delimita em 60 quilos a máxima carga que o trabalhador homem pode deslocar individualmente. Para mulheres e menores de idade o limite de peso passa para 20 quilos para trabalhos contínuos, e 25 quilos para trabalho ocasional (Brasil, 1943).

A Norma Regulamentadora (NR) nº 17, item 17.5, trata sobre levantamento manual de carga, orientando que não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas por um trabalhador cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança (Brasil, 2022).

A NR-17 explica também que no levantamento, manuseio e transporte individual e não eventual de cargas, devem ser respeitados alguns requisitos:

a) os locais para manejo e depósito das cargas, a partir da avaliação ergonômica preliminar (AEP) ou da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), devem ser organizados de modo que as cargas, acessos, espaços para movimentação, alturas de manejo e deposição não obriguem o trabalhador a efetuar flexões, extensões e rotações excessivas do tronco e outros posicionamentos e movimentações forçadas e nocivas dos segmentos corporais; e,

b) cargas e equipamentos devem ser posicionados o mais próximo possível do trabalhador, resguardando espaços suficientes para os pés, de maneira a facilitar o alcance e não atrapalhar os movimentos ou ocasionar outros riscos.

A NR-17 (Brasil, 2022, p. 5) comenta também que na movimentação e no transporte manual e não eventual de cargas devem ser adotadas as seguintes medidas de prevenção:

a) implantar meios técnicos facilitadores;

- b) adequar o peso e o tamanho da carga (dimensões e formato) para que não provoquem o aumento do esforço físico que possa comprometer a segurança e a saúde do trabalhador;
- c) limitar a duração, a frequência e o número de movimentos a serem executados pelos trabalhadores;
- d) reduzir as distâncias a percorrer com cargas, quando aplicável; e,
- e) efetuar a alternância com outras atividades ou pausas suficientes entre períodos não superiores a duas horas.

2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA PRELIMINAR

A Análise Ergonômica Preliminar (AEP) é um estudo para identificar e avaliar os riscos ergonômicos, identificando a gravidade dos perigos e riscos e a probabilidade de ocorrência. Trata-se de um método desenvolvido para a gestão em ergonomia.

A NR-17 (item 17.3.1) indica que a organização deve realizar uma análise ergonômica preliminar das situações de trabalho quando elas demandam adaptações para se adequar às características psicofisiológicas dos trabalhadores, com o intuito de subsidiar a implantação de medidas preventivas e adequações (Brasil, 2022). Além disso, explica que a AEP pode ter uma abordagem qualitativa, semiquantitativa e quantitativa, ou a combinação dessas, para identificar os perigos e sugerir recomendações, permitindo um planejamento das ações necessárias.

Além disso, a AEP é desenvolvida na etapa de identificação dos perigos de acordo com a NR-1 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (Brasil, 2022), e deve incluir descrição dos perigos e possíveis lesões ou agravos à saúde, com identificação das fontes e indicação dos trabalhadores expostos. Para cada tipo de risco, é necessário indicar um nível de risco ocupacional em razão da severidade de acidentes/lesões e sua probabilidade de ocorrência. Portanto, a AEP possui uma estrutura de matriz de risco.

Uma matriz de risco é comumente utilizada por empresas para adequação às normas *International Organization for Standardization* - ISO, como a 45001, a qual considera, como fator determinante para a promoção e proteção da saúde física e mental dos trabalhadores, o desenvolvimento de processos eficazes para identificar perigos e controlar riscos relacionados à saúde e segurança ocupacional.

A NR 1, item 1.5.7.3, indica que o Inventário de Riscos Ocupacionais deve conter no mínimo as seguintes informações:

- a. caracterização dos processos e ambientes de trabalho;

- b. caracterização das atividades;
- c. descrição de perigos e de possíveis lesões ou agravos à saúde dos trabalhadores, com a identificação das fontes ou circunstâncias, descrição de riscos gerados pelos perigos, com a indicação dos grupos de trabalhadores sujeitos a esses riscos, e descrição de medidas de prevenção implementadas;
- d. dados da análise preliminar ou do monitoramento das exposições a agentes físicos, químicos e biológicos e os resultados da avaliação de ergonomia nos termos da NR-17.
- e. avaliação dos riscos, incluindo a classificação para fins de elaboração do plano de ação; e
- f. critérios adotados para avaliação dos riscos e tomada de decisão.

A tempo acrescenta-se que, perigo é toda fonte com potencial de causar lesão ou doença (ISO 450001, 2018).

2.3 ANÁLISE DE USABILIDADE DE PRODUTOS

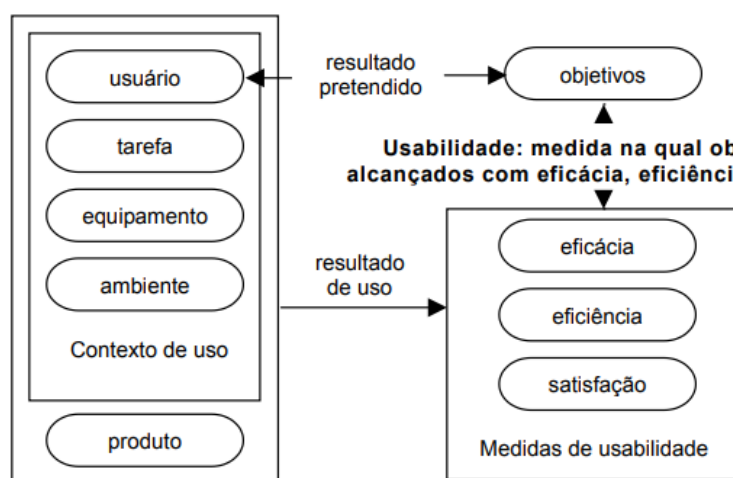
A *International Organization for Standardization* (ISO) 9241-11 (2002) apresenta o conceito de usabilidade como sendo "...a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso".

Além disso, ISO 9241-11 (2021) também apresenta a definição de alguns termos relacionados à usabilidade, como:

- a) Eficácia: acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos;
- b) Eficiência: recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos;
- c) Satisfação: ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto;
- d) Contexto de uso: usuários, tarefas, equipamento (*hardware*, *software* e materiais), e o ambiente físico e social no qual um produto é usado;
- e) Sistema de trabalho: sistema, composto de usuários, equipamentos, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos;
- f) Usuário: pessoa que interage com o produto;
- g) Objetivo: resultado pretendido;
- h) Tarefa: conjunto de ações (físicas e cognitivas) necessárias para alcançar um objetivo;
- i) Produto: parte do equipamento (*hardware*, *software* e materiais) para o qual a usabilidade é especificada ou avaliada; e,
- j) Medida (substantivo): valor resultante da medição e o processo usado para obter tal valor.

O diagrama apresentado na Figura 02 exibe a relação entre o produto e sua usabilidade, condicionada pelo contexto de uso, que envolve as variáveis: usuário, tarefa, equipamento e ambiente. O resultado de uso é expresso por meio dos objetivos atingidos e graus de eficácia, eficiência e satisfação alcançados (usabilidade). Além disso, pode-se realizar a comparação entre o resultado de uso e o pretendido, com o intuito de fornecer informações necessárias ao desenvolvimento do produto.

Figura 02 - Estrutura de usabilidade



Fonte: ISO 9241-11 (NBR 9241-11, 2021).

De acordo com Lida e Guimarães (2016), a usabilidade não depende somente das características do produto, mas, também, do usuário, dos objetivos pretendidos e do ambiente em que o produto é usado. Desta forma, a usabilidade está sujeita à interação entre o produto, o usuário, a tarefa e o ambiente.

Portanto, para Jordan (1998), do ponto de vista da usabilidade, um produto pode ser utilizável para uma pessoa, e não ser para outra. Assim sendo, ao se projetar um produto pensando em usabilidade, tem-se que fazê-lo considerando quem utilizará o produto.

Segundo Jordan (1998), há alguns princípios capazes de melhorar a usabilidade de produto, atrelados às características físicas e cognitivas, como:

- a) Evidência: a solução de um produto deve indicar a sua função e o modo de operação, isto é, o produto em si deve obviamente indicar para que foi criado e como deve ser utilizado;
- b) Consistência: as operações similares devem ser realizadas de forma similar, possibilitando que o usuário utilize a experiência adquirida em tarefas semelhantes;

- c) Capacidade: a capacidade do usuário para cada função deve ser levada em consideração, como, por exemplo, ao se dirigir um veículo, as duas mãos devem permanecer no volante, o que significa que outras funções necessárias devem ser realizadas com os pés (acelerar, frear);
- d) Compatibilidade: princípio relacionado com o atendimento das expectativas do usuário, que envolvem fatores fisiológicos, culturais e experiências anteriores.
- e) Prevenção e correção dos erros: o produto deve prevenir que o usuário efetue um procedimento errado, ou permitir, no caso da ocorrência de uma ação errada, que uma ação corretiva seja rapidamente efetuada; e
- f) Realimentação: o produto deve dar uma resposta ao usuário sobre o resultado de uma ação, positiva ou negativa.

Para as características físicas de um produto, a usabilidade pode ser melhorada avaliando-se dimensões, peso, formas, resistência, manejos, empunhaduras, textura, centro de gravidade, local dos botões etc., conforme Lida e Buarque (2016).

As características cognitivas estão associadas ao conhecimento do usuário sobre como utilizar o produto. Esse conhecimento é buscado pelo usuário em seu repertório de experiências passadas, isto é, em sua memória. Portanto, para se desenvolver um produto que atenda às expectativas do usuário, entender aspectos culturais e estereótipos estabelecidos é fundamental, pois a formação das memórias é muito influenciada por esses aspectos.

Segundo a ISO 9241-11/2021 (NBR 9241-11, 2021, p.5), para avaliar a usabilidade são necessárias algumas informações importantes:

- a) Uma descrição dos objetivos pretendidos;
- b) Uma descrição dos componentes do contexto de uso, incluindo usuários, tarefas, equipamento e ambientes. Essa descrição pode ser composta de um contexto existente ou uma especificação dos contextos pretendidos. Os aspectos relevantes do contexto e o nível de detalhes requeridos irão depender do escopo das questões apresentadas. A descrição do contexto precisa ser suficientemente detalhada de modo que aqueles aspectos que possam ter uma influência significativa sobre a usabilidade possam ser reproduzidos; e,
- c) Valores reais ou desejados de eficácia, eficiência e satisfação para os contextos pretendidos.

A ferramenta SUS (*System Usability Scale* - Escala de Usabilidade de Sistema) é empregada quando se deseja obter informações do usuário de forma rápida, simples e confiável (Brooke, 1996).

O questionário é composto por dez declarações em dois conjuntos de dados independentes através de dois fatores – Usabilidade (8 questões) e Apreensibilidade (2 questões) (Lewis e Sauro, 2009). Há cinco possibilidades de escolha para o usuário, baseadas em níveis de concordância acerca da experiência avaliada. Em seguida, cada escolha possui uma pontuação respectiva. As frases do questionário SUS expostas ao público da investigação e os níveis de concordância estão expostos no item 4.5 desta pesquisa.

O sistema de pontuação é assim definido:

- Para os itens ímpares (1, 3, 5, 7 e 9), a escala é expressa por um número N_i positivo. A pontuação (P_i) é definida pela expressão " $P_i = N_i - 1$ ". Portanto, caso a avaliação do usuário seja $N_i = 3$, a pontuação será $P_i = 2$.
- Para os itens pares (2, 4, 6, 8 e 10), a escala é expressa por um número N_i negativo. A pontuação (P_i) é definida pela expressão " $P_i = 5 + N_i$ ". Portanto, caso a avaliação do usuário seja $N_i = -2$, a pontuação será $P_i = 3$.

A pontuação geral (PG) é obtida pela multiplicação do resultado da soma das pontuações dos itens por 2,5, gerando valores entre 0 e 100 pontos, ou seja:

$$PG = \sum P_i * 2,5, \text{ com } 0 \leq PG \leq 100$$

Assim sendo, o resultado reflete a capacidade geral de utilização do sistema, pois os itens são significativos apenas quando avaliados em conjunto.

O autor da ferramenta não indica exatamente o que a pontuação geral obtida pode representar em termos de qualidade da usabilidade do sistema avaliado. Entretanto, estudos realizados em diferentes aplicações indicam que a média de pontuação geral do SUS gira em torno de 70 pontos, e que resultados abaixo desse valor indicam problemas sérios de usabilidade. Outros estudos realizados com o SUS consideram essa média (70 pontos) como um índice satisfatório de usabilidade (Acioly, 2016).

2.4 O DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

De acordo com Löbach (2001), o design é uma disciplina que compreende a concretização de uma ideia na forma de um projeto ou modelo, mediante a construção e configuração resultando em um produto industrial passível de produção em série, e

que satisfaça uma determinada necessidade de um indivíduo ou grupo. O autor também se refere ao design como uma ideia, projeto ou plano para uma solução de um problema específico.

Nenhuma solução de design é completa se não agregar aspectos de usabilidade que atendam, de forma eficiente, aos requisitos cognitivos e aos limites de conforto físico dos usuários, conforme abordado no estudo de metodologia de projetos em design, *design thinking* e metodologia ergonômica de Siqueira *et al.* (2014).

Para uma abordagem multidisciplinar de design, o Design Centrado no Usuário (DCU) deve agregar informações sobre quem usará o produto durante o processo de planejamento, projeto e desenvolvimento, o que corroborado por Merino (2016) ao explicar que o projeto centrado no usuário coloca o usuário no centro de cada etapa do desenvolvimento de um produto.

Conforme Lowdermilk (2013), design centrado no usuário é uma metodologia usada por designers para garantir que estão criando produtos que atenderão às necessidades dos usuários.

Acrescenta Merino (2016) que o desafio vai além de apenas captar informações, analisá-las e desenvolver uma solução. Segundo o autor, o desafio deve incluir procedimentos para testar, avaliar e validar o produto projetado para um usuário legítimo em uma situação verdadeira.

Nesse sentido, foram desenvolvidas diversas abordagens baseadas no *design* centrado no usuário, como:

- a) o *Design Thinking*.
- b) O XDM – *eXtensible Design Methods*; e
- c) o Guia da Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP).

Conforme Bonini e Sbragia (2011), o *Design Thinking* consiste em uma metodologia colaborativa de resolução de problemas, centrada no usuário, que gera inovação por meio de iteração e práticas criativas. Macedo (2015) afirma que o *Design Thinking* consiste em uma metodologia de solução de problemas, que utiliza ferramentas de criatividade e conceitos de diversas disciplinas para encontrar uma solução.

Para o desenvolvimento de um projeto de acordo com Brown (2009), por meio da metodologia de *Design Thinking*, este deve passar por três diferentes momentos:

- Inspiração;

- Ideação;
- Implementação.

O *Design Thinking* é um processo contínuo de reformulação da empresa a partir do ponto de vista do cliente, ou seja, o processo de geração de ideias envolve agentes externos à empresa (usuário, fornecedores, parceiros etc.), para estimular, aprimorar e refinar as ideias (Liedtka, 2012; Fraser, 2012).

No XDM - *eXtensible Design Methods*, metodologia de projeto desenvolvida por alunos e professores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o designer convida um conjunto de profissionais e potenciais usuários para participarem do processo. Este procedimento permite a iteração das etapas e o estabelecimento de um sistema cíclico retroalimentado por constantes *feedbacks* e verificações contínuas em todas as fases projetuais, inclusive aquelas já concluídas (Moraes, 2011).

A metodologia XDM divide-se em cinco etapas e permite, sendo cíclica, alterarmos a ordem e seguir a ordem necessária para o projeto, podendo, inclusive, voltar para algum ponto já concluído e alterá-lo.

Demonstra-se a seguir as etapas do XDM e os itens envolvidos:

1. Exploração do problema: definição de motivações iniciais, estimativa de mercado, comparação de similares, evolução histórica, análise de tendências, pesquisa por imersão e definição de personas.
2. Geração de alternativas: *brainstorming*, *brainwriting*, analogias e metáforas, caixa morfológica.
3. Seleção de alternativas: avaliação evolutiva.
4. Avaliação de alternativas: avaliação heurística.
5. Descrição da solução: casos de uso e especificações técnicas para a produção.

A metodologia Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP) (Merino, 2016) - foi adotada para a pesquisa proposta nesta dissertação e, portanto, será descrita detalhamento na seção a seguir.

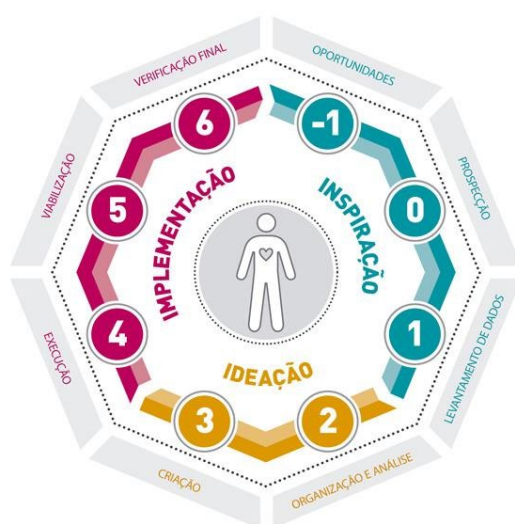
2.4.1 Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP)

A metodologia de GODP foi desenvolvida em 2014 pela pós-doutora em Fatores Humanos e professora do Departamento de Design na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Giselle Schmidt Alves Díaz Merino. A autora criou

o modelo para sua tese de doutorado, denominada “Metodologia para a prática projetual do design: com base no projeto centrado no usuário e com ênfase no design universal” (Merino,2014, p.15)

O método oferece uma sequência de oito etapas cíclicas de ações que possibilitam que o design seja criado de forma consciente e considerando muitos aspectos, incluindo coleta de informações, desenvolvimento criativo, execução projetual, viabilização e verificação final do produto. A Figura 03, a seguir, apresenta as etapas cíclicas do método que, de acordo com Merino (2016), possui fundamentação no *Design Thinking*.

Figura 03 - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos – GODP



Fonte: Merino (2016).

Conforme esquematizado na Figura 03, a metodologia divide o processo de desenvolvimento de um projeto em três momentos:

1. Inspiração;
2. Ideação; e,
3. Implementação.

Em cada momento ocorrem diversas etapas, as quais têm suas posições no ciclo definidas por um número sequencial que varia de -1 a 6, indicando em que momento ocorrem. As etapas do ciclo são as seguintes:

- Inspiração:
 - Oportunidades (-1).
 - Prospecção (0).
 - Levantamento de dados (1).

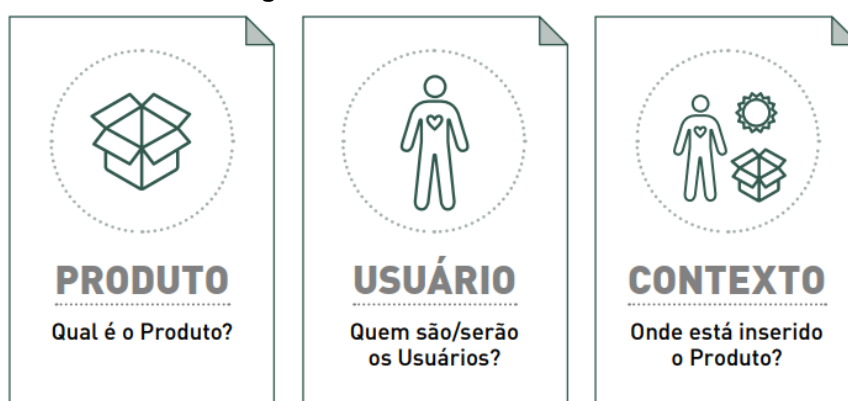
- Ideação:
 - Organização e análise (2).
 - Criação (3).
- Implementação:
 - Execução (4).
 - Viabilização (5).
 - Verificação final (6).

De acordo com Merino (2016), as etapas de Oportunidades e Prospecção recebem os valores de -1 e 0, respectivamente, pois ocorrem antes do início formal da elaboração do projeto. O autor cita que essas etapas são importantes e, normalmente, desconsideradas oficialmente nas demais propostas metodológicas estudadas.

Para iniciar um projeto utilizando o GODP, Merino (2016) ainda classifica produto, usuário e contexto como Blocos de Referência (Figura 04), definindo cada um como:

- **Produto:** resultado de um projeto tangível (produto físico) ou não tangível (produto digital ou um serviço);
- **Usuário:** quem utilizará o produto;
- **Contexto:** ambiente onde o usuário irá interagir com o produto.

Figura 04 - Blocos de Referência



Fonte: Merino (2016).

Portanto, as etapas da metodologia GODP devem ser executadas após serem definidos os blocos de referência.

Destaca-se que o método possui um roteiro com orientações com a descrição do que é, o que fazer e como fazer, para cada Etapa da metodologia, auxiliando no estudo em referência.

2.5 ENSAIOS DE LABORATÓRIO DE SOLOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Uma das disciplinas da Engenharia Civil é a Geotecnia, que é a ciência que estuda o comportamento dos solos na natureza ou nas aplicações de engenharia que utilizam os solos como material de construção. De acordo com Massad (2016), o solo é todo o material da crosta terrestre que pode ser escavado e, ainda, desagregado com a exposição prolongada de água.

O estudo do comportamento dos solos na natureza é importante para prever a possibilidade de ocorrência de movimentos de solos que possam afetar a segurança das pessoas que habitam o entorno de maciços, como os deslizamentos (ou escorregamentos) de solo, que tanto afetam a população brasileira.

No caso das aplicações de engenharia, o estudo do comportamento dos solos como materiais de construção é importante para se definir a segurança das obras a serem implantadas, como aterros, barragens, contenções, entre outros.

Portanto, tem-se por objetivo definir o comportamento (ou características) dos solos para duas condições:

- a) Condição *in situ*, que é aquela encontrada na natureza.
- b) Condição trabalhada, que é aquela obtida após o uso do solo como material de construção.

Os engenheiros geotécnicos executam os estudos dos comportamentos dos solos por meio de ensaios laboratoriais, os quais são definidos e especificados em normas técnicas e exigem a utilização de equipamentos específicos.

Para a execução de ensaios na condição *in situ*, é necessário extrair amostras de solo que preservem as características originais encontradas na natureza. Essas amostras são denominadas “indeformadas”, pois o processo de extração procura evitar que deformações ocorram, as quais modificam as características do solo. A norma NBR 9604/2016 descreve que amostras indeformadas são extraídas com o mínimo de perturbação, procurando manter sua estrutura e condições de umidade e compacidade ou consistência naturais.

No caso da condição trabalhada, não são necessários cuidados especiais para preservar as características originais encontradas na natureza, pois o solo será trabalhado como um material de construção. As amostras extraídas para o estudo da condição trabalhada são denominadas “deformadas”, pois o processo de extração provoca a deformação do solo. A norma NBR 9604/2016 especifica que amostras deformadas são aquelas em que há destruição de estrutura na operação de coleta, embora mantidas as dimensões e proporções de seus constituintes.

A seguir são apresentados os principais ensaios executados em amostras deformadas e indeformadas.

2.5.1 Ensaios em amostras deformadas

Os principais ensaios executados em amostras deformadas são apresentados a seguir:

Análise Granulométrica: é executada para se definir a distribuição em percentagem em peso de cada faixa de tamanho de partículas que compõem o solo, apresentadas em uma curva de distribuição granulométrica. É regida pela norma ABNT NBR 7181 (Brasil, 2016) e apresentada na Figura 05.

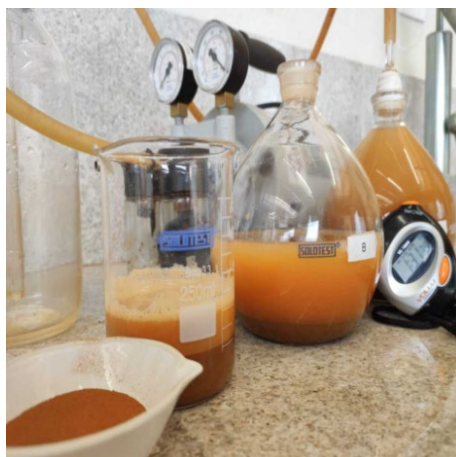
Figura 05 - Ensaio de granulometria – etapa peneiramento



Fonte: CEG Engenharia (2023).

Massa específica dos grãos: é executado para obter a relação entre massa média e o volume médio dos grãos de solo, ou seja, das partículas que constituem o solo, conforme demonstrado na Figura 06. O ensaio é especificado pela norma ABNT NBR 6508 (Brasil, 2012) e 6458 (Brasil, 2016).

Figura 06 – Ensaio de Massa específica dos grãos



Fonte: CEG Engenharia (2023).

Compactação: é executado para determinar a relação entre a umidade do solo e a sua massa específica quando compactado em uma determinada energia, conforme Figura 07. Os procedimentos são deste ensaio estão apresentados na norma ABNT NBR 7182 (Brasil, 2020).

Figura 07 - Ensaio de compactação



Fonte: CEG Engenharia (2023).

Limites de Atterberg: são ensaios criados para avaliar a influência da água no comportamento mecânico dos solos, e incluem o ensaio de Limite de Liquidez e o Limite de Plasticidade, conforme Figura 08. O ensaio de Limite de Liquidez procura avaliar qual é a umidade do solo que produz um comportamento equivalente à de um líquido, e o ensaio de Limite de Plasticidade procura avaliar qual é a umidade que faz com que o solo comece a se comportar como um sólido. Esses ensaios são especificados nas normas ABNT NBR 6459 (Brasil, 2016).

Figura 08 - Ensaios de Limites de Atterberg – Limite de liquidez e plasticidade, respectivamente



Fonte: CEG Engenharia (2023).

Índice de Suporte Califórnia (CBR): É um ensaio que avalia a resistência do solo à penetração de um cilindro padrão em relação à penetração do mesmo cilindro, com mesma energia de penetração, em uma brita padronizada, demonstrado na Figura 09. As normas regulamentadoras são ABNT NBR 9895 (Brasil, 2017), DNIT 172 (Brasil, 2016) e DNER-ME162-94 (Brasil, 1994).

Figura 09 - Ensaio CBR



Fonte: CEG Engenharia (2023).

Cisalhamento Direto: é um ensaio executado para avaliar a resistência ao cisalhamento dos solos quando compactados em uma determinada energia. A resistência ao cisalhamento obtida permite aos engenheiros geotécnicos avaliarem a segurança das obras que utilizarão o solo como material de construção, conforme Figura 10. O ensaio de cisalhamento direto é especificado pelas normas ASTM D3080 (Sociedade Americana de Testes e Materiais, 2020) e BS 1377 (BSI 2022).

Figura 10 – Máquina de ensaio de cisalhamento direto em amostra de solo



Fonte: CEG Engenharia (2023).

2.5.2 Ensaios em amostras indeformadas

Os principais ensaios executados em amostras indeformadas são apresentados a seguir:

Massa específica *in situ*: consiste em determinar a densidade do solo como encontrado na natureza, demonstrado na Figura 11. Os procedimentos deste ensaio são estabelecidos pela norma ABNT NBR 16867 (Brasil, 2020).

Figura 11 - Ensaio de massa específica *in situ*



Fonte: CEG Engenharia (2023).

Cisalhamento direto: é um ensaio executado para avaliar a resistência ao cisalhamento dos solos nas condições em que se encontram na natureza. A resistência ao cisalhamento obtida permite aos engenheiros geotécnicos avaliar a segurança dos maciços de solo. Na Figura 12 é possível verificar uma amostra de solo ensaiada, após o cisalhamento na condição inundada. O ensaio de cisalhamento

direto é especificado pelas normas ASTM D3080 (Sociedade Americana de Testes e Materiais, 2020) e BS 1377 (BSI 2022).

Figura 12 - Ensaio de cisalhamento direto em amostra indeformada



Fonte: CEG Engenharia (2023).

2.5.3 Extração e qualidade das amostras

No caso do estudo da condição *in situ*, a qualidade dos resultados obtidos nos ensaios é fortemente relacionada à qualidade da extração das amostras, pois quanto menores forem as deformações do solo no processo de extração, mais fidedignos serão os resultados dos ensaios.

A extração das amostras é executada de acordo com a norma ABNT NBR 9604/2016 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo. O procedimento padrão indicado por essa norma abrange as etapas de abertura do poço de escavação e retirada do bloco amostras.

A seguinte aparelhagem é necessária para a escavação e extração de amostra (ABNT NBR 9604, 2016):

- Sarilho;
- Corda;
- Enxada;
- Picareta;
- Pá;
- Escada;
- Balde;
- Colher de pedreiro;
- Desempenadeira de aço;
- Faca;
- Fio de arame de aço;
- Talagarça;
- Parafina;
- Aquecedor e recipiente para liquefação da parafina;
- Caixa cúbica de madeira;
- Serragem;

- Carrinho-de-mão;
- Etiquetas para identificação;
- Trena;
- Saco plástica e de lona;
- Guarda-sol.

Em relação aos procedimentos para escavação do poço, a ABNT NBR 9604/2016 especifica que:

1. A seção transversal mínima deve ser de 1,0 m de lado no caso do poço quadrado ou de 1,2 m de diâmetro no caso de poço circular.
2. A escavação deve ser iniciada após a limpeza superficial do terreno em área delimitada por um quadrado de 4,0 m de lado e da construção de uma cerca no perímetro da área limpa, constituídas por quatro fios de arame.
3. Ao redor da área cercada deve ser aberto um sulco para drenagem, a fim de se evitar a entrada de água no poço.
4. A escavação, executada com picareta, enxada e pá, deve prosseguir normalmente até atingir uma profundidade de 2,0 m quando deve ser instalado, para sua continuidade, um sarilho munido de corda para entrada e saída dos poceiros e retirada do material escavado.
5. O controle da profundidade do poço é feito através de medida direta entre o fundo do poço e um ponto predeterminado na superfície natural do terreno.
6. Quando a escavação estiver a uma profundidade de 0,10 m acima da cota prevista para a retirada da amostra indeformada, deve-se evitar o pisoteamento do terreno sobrejacente à superfície do topo da amostra.
7. O poço é considerado concluído nos seguintes casos:
 - a. Quando atingir a profundidade prevista pela programação dos trabalhos;
 - b. Quando houver insegurança para a continuidade dos trabalhos;
 - c. Quando ocorrer infiltração acentuada de água que torne pouco produtivo a escavação e não for imprescindível sua continuidade;
 - d. Quando correr, no fundo do poço, material não escavável por processos manuais.

Já em relação aos procedimentos para extração de amostra indeformada, a ABNT NBR 9604/2016 especifica que:

1. Formato do bloco de amostra:
 - a. Os blocos de amostra indeformada a serem moldados devem ter um formato cúbico, com 0,15 m de aresta, no mínimo, e 0,40 m de aresta, no máximo.
2. Retirada de blocos no fundo de escavação:
 - a. A partir de 0,10 m acima da profundidade prevista para a moldagem do bloco, a escavação deve ser cuidadosa e executada com os mesmos equipamentos utilizados na talhagem do bloco.
 - b. Atingida a cota de topo do bloco deve ser iniciada a talhagem lateral do mesmo, nas dimensões previstas, até 0,10 m abaixo de sua base, sem seccioná-lo.
 - c. Identificar o topo do bloco, com a marcação de letra "T".
 - d. Envolver as faces expostas do bloco com talagarça ou similar e utilizando-se de um pincel, aplicar uma camada de parafina líquida. Repetir a operação por, pelo menos, mais duas vezes, cuidados

- especiais devem ser tomados em caso de solo de baixa coesão, quando o bloco deve ser reforçado com envoltórios extras de talargarça ou similar e parafina, antes do seccionamento de sua base.
- e. Seccionar cuidadosamente a base do bloco, tombá-lo sobre um colchão fofo de solo e regularizar a face da base até as dimensões previstas, cobrindo-a, em seguida, com talargarça ou similar e parafina líquida.
 - f. Antes da aplicação da última camada de parafina, deve ser indicado o topo do bloco, bem como colocada uma etiqueta de identificação, em que constem os seguintes dados:
 - i. Obra;
 - ii. Local;
 - iii. Identificação do poço ou trincheira;
 - iv. Número da amostra;
 - v. Orientação em relação a uma direção (montante-jusante, norte-sul);
 - vi. Profundidade do topo e base do bloco em relação ao nível de referência na superfície do terreno;
 - vii. Data da amostragem;
 - viii. Nome do responsável pela coleta.
 - g. Levar cuidadosamente o bloco à superfície do terreno colocando-o centrado no interior de uma caixa cúbica de madeira ou material de rigidez similar com dimensão interna 6 cm maior o lado do bloco e com seis faces aparafusáveis. O fundo da caixa deve conter uma camada de 3 cm de serragem úmida, bem como preenchidos com este material, os demais espaços remanescentes entre o bloco e a caixa. Caso haja condições, a colocação do bloco na caixa pode ser executada no interior do poço ou trincheira.
 - h. No lado da caixa, correspondente ao topo do bloco, deve ser afixada uma etiqueta com os mesmos (sic) dizeres da etiqueta colada no bloco.
 - i. O bloco deve ser transportado ao laboratório com o topo para cima, no menor intervalo de tempo, evitando-se impactos e vibrações excessivas.
 - j. O peso de todo o conjunto sofre interferência do tipo de solo, tamanho e material da caixa para armazenamento.

O grande desafio relacionado à extração das amostras é executar o serviço de extração de acordo com os procedimentos, apresentados acima, preservando-se a estrutura e condições de umidade e compactidade/consistência naturais do solo, isto é, sem causar perturbações no solo. Entretanto, mesmo que os serviços, acima, sejam executados com perfeição as maiores perturbações ocorrem durante o transporte das amostras até o laboratório.

Essas perturbações ocorrem devido à natureza da atividade, que, em si, é fisicamente muito exigente, sobretudo devido às deficiências ergonômicas das caixas utilizadas no transporte. Portanto, a proposição das melhorias ergonômicas nas caixas atingirá dois objetivos muito importantes, que é melhorar as condições de trabalho dos

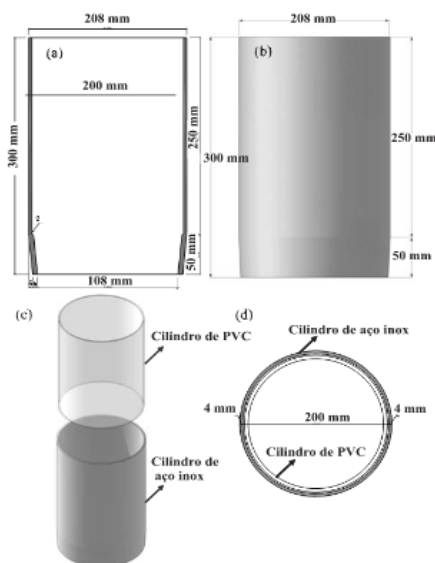
operários envolvidos com relação à ergonomia, e melhorar a qualidade das amostras de solo reduzindo-se as perturbações causadas no transporte.

2.6 PESQUISAS SIMILARES

Esta seção apresenta algumas pesquisas realizadas para inovação e otimização das etapas de extração, acondicionamento e transporte de amostras indeformadas de solo.

Nas obras de movimento de terra, os processos manuais utilizam a força humana, restritos a pequenos movimentos de terra (100 m³) ou a locais onde seja obrigatório, em vista de condições peculiares. Os processos mecânicos para o movimento de terra em edifícios utilizam duas máquinas distintas basicamente. Um equipamento que escava e carrega o material sobre um outro equipamento que o transporta até o local da descarga, alguns exemplos são: pá carregadora, escavadeira e caminhões basculantes (Shimizu, 2003).

Na extração da amostra indeformada, há esforços para inovação do procedimento, oferecendo maior praticidade e garantindo que as propriedades naturais do solo sejam mantidas. Dessa forma, Bortolon *et al.* (2009) desenvolveram um amostrador em forma cilíndrica, em aço inoxidável, com as dimensões de 208 mm de diâmetro externo, 300 mm de comprimento e 4 mm de espessura, tendo 200 mm de diâmetro interno para acoplar um tubo de PVC de 200 mm de diâmetro. A borda inferior do amostrador foi acabada em formato de bisel, com espessura menor do que 1 mm, e afiada para facilitar a penetração no solo (Bortolon *et al.*, 2009), conforme indicado na Figura 13.

Figura 13 - Detalhe de amostrador

Fonte: Bortolon *et al.* (2009).

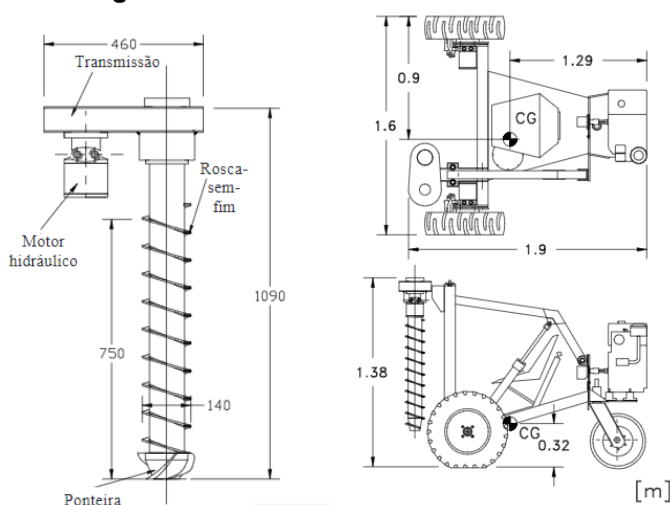
O amostrador foi introduzido no solo por um sistema de levante hidráulico manual (macaco hidráulico tipo garrafa com capacidade de 16 t). Na extremidade superior do cilindro foi colocada uma tampa de aço com diâmetro de 250 mm e com espessura de 10 mm. O sistema de levante hidráulico manual foi acoplado sobre a tampa do amostrador. Como contrapeso, maior que a resistência do solo, foi utilizado um trator agrícola. O sistema de levante hidráulico manual foi acionado e o amostrador foi então introduzido no solo por pressão lenta e contínua, sem impacto (Bortolon *et al.*, 2009). Houve comparações entre a amostra retirada por cilindro e em bloco e não foram observadas diferenças estatísticas significativas nas condições estudadas.

Teixeira *et al.* (2000) desenvolveram um amostrador constituído por um tubo de PVC de 75 mm de diâmetro interno, que recebe a amostra, acondicionado dentro de um tubo cravador, estrutural, de alumínio, de 78,5 mm de diâmetro interno, equipado com uma ponteira de aço SAE 1045 com 69,2 mm de diâmetro interno, conicidade de 1% e altura de 44,3 mm. Além da prototipagem do amostrador, foi projetado um veículo adaptado para tráfego agrícola, o VAS (Veículo Amostrador de Solos) que apresenta-se como um triciclo e objetiva causar menos vibrações durante o transporte da amostra, substitui o operário durante o processo de coleta e possui estrutura e funcionamento adequado em situações em que a amostra é coletada em regiões com alta densidade vegetal rasteira.

No processo de obtenção da amostra, as três lâminas de corte são responsáveis pelo esforço de cravação do amostrador, de forma que a força normal

exercida pelo mecanismo de quatro barras é nula. O mecanismo de quatro barras, neste caso, tem a função apenas de posicionar o amostrador para obtenção da amostra. O amostrador apresentou-se estável e capaz de retirar amostras em rotação de cravação na faixa de 200-350 rpm. Contudo, observou-se que, em baixas velocidades, o sistema apresentou maiores dificuldades de penetração (Teixeira *et al.*, 2000). A Figura 14 demonstra o equipamento.

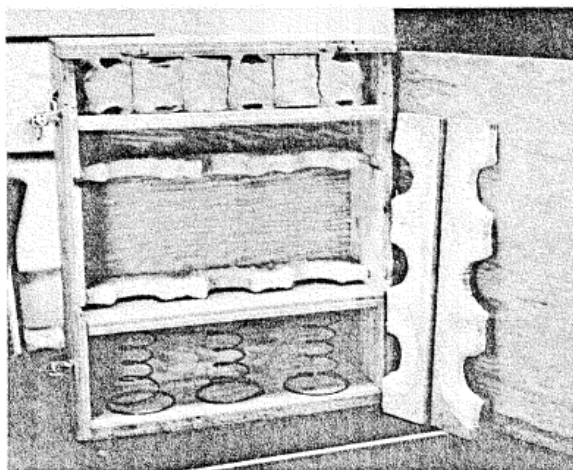
Figura 14 – Amostrador e veículo de solos



Fonte: Teixeira *et al.* (2000).

O geólogo Aubrey Sanders desenvolveu uma caixa para armazenamento de amostra indeformada de modo a conservar, principalmente, suas características mecânicas. Para isso, o recipiente apresenta almofadas de borracha colocadas na parte inferior de cada seção e demonstram o funcionamento de molas para proporcionar ao solo o mecanismo de suspensão. Diferentemente das caixas atualmente utilizadas no Brasil, o projetista inseriu alças para que o executor pudesse carregá-la de maneira mais confortável. As dimensões da caixa variam de acordo com a quantidade de solo extraída, mas geralmente, a altura é o dobro da largura da base, para que seja possível acomodar as molas, de acordo com a Figura 15.

Figura 15 - Caixa para armazenamento de amostra indeformada de solo



Fonte: Sanders (1973).

Romulo Dourado (2010) desenvolveu uma caixa térmica modular que considera que há atividades que necessitam de recipientes com maior capacidade volumétrica e, por isso, exigem acessórios de apoio como alças e rodízios para o transporte da carga. O projeto constitui-se da concepção de uma caixa com módulos retráteis em função do conforto e praticidade do usuário e que, simultaneamente, garanta os requisitos térmicos inerentes, conforme demonstrado na Figura 16. Há o estudo de formas de esforço para manuseio da caixa, similar aos executados pelos trabalhadores que transportam as amostras indeformadas de solo, pois ambos praticam o trabalho estático, sendo aquele que exige contração contínua de alguns músculos, para manter determinada posição.

Figura 16 - Caixa térmica modular



Fonte: Dourado (2010).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo caracteriza-se por ser de natureza teórico-empírica e tem como proposta a abordagem da pesquisa exploratória qualitativa, cuja aplicação tem por finalidade a elaboração de instrumento de pesquisa adequado à realidade que geralmente envolve estudos de cunho bibliográfico, intervenções e público-alvo, sob o método fenomenológico e indutivo, ou seja, trata-se de uma investigação na qual o pesquisador busca identificar, através de experiências humanas descritas pelos participantes, padrões e relações (Creswell, 2012).

Para Oliveira (2002) a abordagem qualitativa é uma abordagem que não emprega dados estatísticos, não necessitando enumerar eventos, permitindo entender a relação entre causa e efeito de um fenômeno e suas razões, a partir de comportamentos de indivíduos.

O estudo teórico-empírico possui apoio em bibliografias e pesquisas de observação de campo, permitindo análises em referências bibliográficas, como artigos científicos, legislações e pesquisa em campo por meio de entrevistas (Testa, 2018).

Segundo Gil (2022) a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador analisar uma gama de acontecimentos de uma forma ampla, analisando pesquisas já efetuadas e publicadas, por demais pesquisadores.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o método centrada no usuário o GODP proposto por Merino (2016). Método este descrito na Seção 2.4.1 (página 26).

O estudo em questão foi dividido em duas fases:

- 1 - Pesquisa bibliográfica; e,
- 2 - Pesquisa de campo.

3.2 LOCAL DA PESQUISA E PROCESSO PRODUTIVO AVALIADO

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de solos de uma empresa de engenharia situada em São Paulo, que possui como principal atividade a consultoria em engenharia geotécnica. O laboratório foi fundado em meados de 2021 para atender uma demanda da empresa de engenharia, que até então necessitava terceirizar todos os ensaios de solo.

A empresa possui um prédio com três pavimentos e 15 funcionários, entre engenheiros civis, geólogos, estagiários de engenharia e laboratoristas. O laboratório está localizado no primeiro pavimento e possui diversos equipamentos para realização de ensaios, como, uma prensa de cisalhamento direto, prensa triaxial, prensa CBR e prensa de adensamento. Além de grande quantidade de outros equipamentos de laboratório e vidraria como béqueres, provetas, termômetros, densímetros, etc.

Em relação à avaliação, o processo produtivo selecionado para este estudo foi o armazenamento em campo da amostra de solo dentro da caixa e o seu transporte até o laboratório.

As atividades avaliadas foram as seguintes:

- Atividade 1: Extração da amostra em campo e seu armazenamento em uma caixa;
 - Atividade 2: Transporte da caixa até o veículo; Inserção da caixa no veículo; Retirada da amostra do veículo; Transporte da caixa do veículo até o Laboratório;
 - Atividade 3: Abertura da caixa e remoção da amostra de solo de dentro dela.
- O fluxo de cada atividade será detalhado na seção 4.2.3 (página 53).

3.3 UNIVERSO E AMOSTRA

O universo da pesquisa é composto pelos trabalhadores que exercem as atividades de coleta – escavação, modelagem da forma cúbica do material e retirada do poço de extração – transporte e execução dos ensaios laboratoriais de caracterização das amostras indeformadas de solo. Não há dados concretos para a quantidade de indivíduos envolvidos nas atividades citadas, entretanto, sabe-se que existem 2,428 milhões de empregados no setor de construção civil, de acordo com dados do Novo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged), divulgados pelo Ministério do Trabalho e Emprego em 2022, e que são potenciais prestadores de serviços para o ramo verificado.

Para o desenvolvimento do processo produtivo em questão – efetuar os ensaios laboratoriais e os trabalhos em campo, a empresa conta com a seguinte equipe:

- a) 2 laboratoristas de solos; e,
- b) 3 operadores de campo.

Sendo assim, a amostra do estudo foi composta pela totalidade do universo – os 5 funcionários citados.

Como critérios de inclusão e exclusão dos participantes da pesquisa tem-se os seguintes:

- **Inclusão:** foram considerados todos os profissionais que atuam no setor há pelo menos 6 meses e independente do vínculo de trabalho, quer seja contratado ou serviços temporários.
- **Exclusão:** seriam excluídos do estudo, os profissionais que atuam no setor que estivessem em férias ou afastados das suas atividades por questões de saúde ou outros motivos.

3.4 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Para a realização desta pesquisa, inicialmente foram sua oposta foi apresentada à empresa - objetivos, a importância do estudo, procedimentos assim, como os possíveis benefícios para os trabalhadores e para a empresa. A partir da autorização verbal dos diretores da empresa, efetuou-se autorização formal da empresa, conforme documento no ANEXO A (Carta de Anuência).

Após a aprovação da banca de qualificação deste estudo no PPErgo, a proposta do estudo, a qual seguiu as recomendações da Resolução n. 466/12 (Ministério da Saúde, 2012) sobre pesquisa envolvendo seres humanos, foi submetida ao Comitê de Ética da UFPE, e devidamente aprovada através do Parecer nº. 6.450.220, de 24/10/2023.(ANEXO 2)

- **Riscos**

Essa pesquisa apresentou possíveis riscos de constrangimento para os participantes voluntários frente a alguns questionamentos acerca da atividade desenvolvida, no entanto, como foi mantido absoluto sigilo (por meio da utilização de números para descrever os participantes e sem identificação nominal de forma, que não seja possível identificá-los), se minimizou tal risco, não gerando prejuízos para a atuação profissional do participante. O constrangimento também foi evitado uma vez que, caso o participante não se sentir à vontade a qualquer momento ele pode desistir da pesquisa, parar ou não a responder. Destaca-se, ainda, que durante a pesquisa, a fim de minimizar o constrangimento, houve presente o mínimo de pessoas

necessárias e as explicações e procedimentos foram passados de forma clara e respeitosa.

Ademais, o acesso aos dados da pesquisa foi limitado a pesquisadora responsável e orientadora, bem como a não exposição de imagens e vídeos que possam identificar o participante. Quando de forma indireta, os participantes estiverem em imagens e gravações suas fisionomias foram omitidas.

Como riscos psicológicos consideramos aborrecimentos, alterações de comportamento durante a coleta de dados, bem como, estresse que foram reduzidos com as explicações do procedimento da pesquisa, a não obrigatoriedade na participação e a desistência em participar da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo algum para o participante.

Com relação ao tempo de duração da pesquisa poder causar algum desconforto e cansaço, este foi explicado e acordado com supervisores, garantindo a não interferência no trabalho e produção durante a aplicação da pesquisa e, ainda, o seu encerramento a qualquer momento.

Como estratégia de enfrentamento para o risco de tratamento indevido dos dados e/ou estigmatização no seu tratamento, os dados obtidos foram tratados, apenas pela pesquisadora, a partir de técnicas cientificamente estabelecidas na literatura. Em nenhum momento de apresentação dos dados os participantes foram identificados, nem nominalmente e nem de forma que seus rostos apareçam nas imagens do processo. Os dados foram armazenados em local/meio em que, apenas, à pesquisadora tenha acesso.

Ademais, como durante a pesquisa houve a gravação de vídeo e obtenção de fotografias, estes podem causar desconforto, constrangimento e alteração no comportamento dos participantes, enfrentando-se tal risco por meio de comunicação saudável com os participantes e explicações dos procedimentos ressaltando que, sua imagem foi omitida, e ainda que, poderia encerrar sua participação na pesquisa a qualquer momento.

Considerou-se também como risco psicológico encontrado a possibilidade de constrangimento do participante ao responder o instrumento de coleta de dados e medo de não saber responder ou de ser identificado, ou vergonha, estes riscos foram minimizados com orientações sobre os procedimentos, a possibilidade de desistir da pesquisa a qualquer momento e com a participação durante a pesquisa, dos envolvidos para a aplicação dos instrumentos, em local apropriado.

Acrescenta-se ainda o risco de danos sociais com possibilidade de alteração de comportamento entre os participantes e estigmatização que foram minimizados durante a pesquisa, apenas com a participação das pessoas envolvidas na atividade e o pesquisador, reduzindo a exposição.

Com relação a riscos por danos financeiros ou ao patrimônio, foi informado aos participantes nos procedimentos da pesquisa que todo e qualquer prejuízo material era de responsabilidade do pesquisador.

O risco de quebra de sigilo/anonimato involuntário e não intencional foi minimizado com o seguimento de todo o protocolo de pesquisa abordado.

Tivemos como possível risco físico, também, o risco de acidentes, mas este foi minimizado em função de se tratar de uma pesquisa desenvolvida com a atividade real, isto é, o participante voluntário executou uma atividade que já fazia parte da sua rotina de trabalho. Em caso de acidente, o participante seria levado para o hospital mais próximo: Hospital Municipal da Lapa, na Avenida Queiroz Filho, 313 – Alto de Pinheiros.

Todos os possíveis participantes da amostra foram contactados, convidados e, devidamente, esclarecidos sobre as etapas da pesquisa. Os participantes da pesquisa só participaram após explicação da pesquisa e mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C).

- **Benefícios**

Os participantes foram informados que nesta pesquisa não haveriam benefícios diretos (como por exemplo ganho financeiro, algum tipo de bônus, prêmios ou folgas do trabalho), entretanto, como benefícios indiretos, as informações prestadas pelos profissionais poderão contribuir para possibilitar o melhoramento da atividade acerca do trabalho que desenvolvem, assim como, em todo o processo de produção, podendo haver a diminuição de acidentes e do desconforto físico e uma maior produtividade e qualidade do trabalho, bem como a redução de retrabalhos. Além do mais, a participação na pesquisa, poderia causar o sentimento de envolvimento e união de todos no bem comum do trabalho que desenvolviam. E ainda, teve como benefício de participação na pesquisa, a contribuição para o desenvolvimento de uma pesquisa acadêmica científica aplicada.

- **Armazenamento dos dados coletados**

Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas, formulários, gravações, fotos, filmagens, etc.), ficarão armazenados em pasta de arquivo em nuvem do OneDrive da pesquisadora, e, em computador pessoal da pesquisadora em HD, sob a responsabilidade da pesquisadora, Priscilla Garbelim Garcia, pelo período de mínimo 5 anos, após o término da pesquisa.

3.5 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Para a realização da pesquisa, as seguintes fases foram planejadas e adotadas:

Fase 1 - Pesquisa Bibliográfica

Possui como intuito a investigação da base teórica sobre os temas relacionados nesta pesquisa, para que seja realizada a subsequente compilação com finalidades de observação, comparação e entendimento acerca do processo de produção em questão e profissionais envolvidos.

Foram consultados periódicos disponíveis em canais eletrônicos, como o portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), além de acervos de instituições a exemplo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Fase 2 - Pesquisa de campo

A pesquisa de campo foi desenvolvida a partir das etapas da metodologia GODP, com o intuito de atender às necessidades ergonômicas, segurança e eficiência que a atividade e os trabalhadores exigem, sendo possível elencar recomendações para ajustes e adaptações do processo, em questão.

- **Momento 1 - Inspiração**

Este momento abrange as etapas de: Oportunidades (-1), Prospeção (0) e de Levantamento de Dados (1). O momento 1 foi cumprido em sua totalidade por meio de levantamento a respeito do produto em questão e as atividades estudadas, junto à *sites* de outras empresas que fazem a mesma atividade de coleta de amostra, além

de buscas de depósito/registro de patentes no site do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), de normas relacionadas aos ensaios, etc.

Na Etapa 1 (Levantamento de dados) foi realizada uma Análise Ergonômica Preliminar (AEP) com o objetivo de investigar e compreender as atividades e necessidades dos trabalhadores envolvidos nos serviços de armazenamento e transporte de amostras indeformadas de solo. Em termos gerais, para a elaboração da análise ergonômica preliminar foram executadas as seguintes partes desta metodologia, como:

- a. caracterização do ambiente de trabalho, elencando as condições ambientais, ruído, temperatura e iluminação abordados no Programa de Gerenciamento de Risco (PGR) da empresa em questão;
- b. caracterização das atividades analisadas (coleta, armazenamento da amostra e transporte);
- c. descrição de perigos e de possíveis lesões ou agravos à saúde dos trabalhadores envolvidos na atividade, com a identificação das fontes e riscos gerados pelos perigos.

Para a identificação das características dos trabalhadores, foi aplicado um formulário de identificação do participante e conduzida uma entrevista aberta individualmente, ambos aplicados presencialmente no horário intermediário ou final da carga horária diária do trabalhador e foram preenchidos, manualmente, pela própria pesquisadora. Informações como: nome, idade, escolaridade, altura, peso, entre outras, foram coletadas através de um formulário (modelo APÊNDICE A). Não houve envio de formulário ou quaisquer instrumentos de coleta de informações via *e-mail* ou outro meio digital. Esta etapa teve como objetivo a possibilidade dos profissionais de experienciar a atividade e expressar-se, detalhadamente, acerca das dificuldades e necessidades encontradas. Acrescenta-se que a aplicação dos formulários teve duração máxima de 30 minutos por participante. Acrescenta-se que foi efetuado um pré-teste com o formulário com uma pessoa para validação.

Na sequência foi aplicado o Teste de Usabilidade do produto utilizado na empresa, estruturado a partir das dimensões da Usabilidade previstas pela ISO 9241-11 (2021), quais sejam Eficácia, Eficiência e Satisfação. Foi utilizado também na estrutura do formulário a ferramenta SUS (*System Usability Scale* - Escala de Usabilidade de Sistema) proposta por Brooke (1996). Os possíveis desconfortos/dores

provenientes da atividade foram registrados a partir do Diagrama de Dores de Corlet e Manenica (1980). O Diagrama de Dores de Corlet e Manenica (1980) aplicado possui uma escala de intensidade de 1 até 5, classificados em: Nenhum desconforto ou dor, Algum desconforto ou dor, Moderado desconforto ou dor, Bastante desconforto ou dor, e Intolerável desconforto ou dor. (Modelo do formulário no APÊNDICE B)

Além disso, foram registrados fotos e vídeos das atividades.

Ressalta-se que, antes da aplicação dos formulários a pesquisadora explicou sobre a pesquisa e os formulários, e obteve o consentimento dos participantes, inclusive com o TCLE assinado por todos (APÊNDICE C).

• **Momento 2 - Ideação**

O Momento 2 do GODP abrange as etapas de: Organização e análise (2) e Criação (3). Na Etapa 2 (Organização e Análise) todas as respostas dos formulários foram transmitidas para o *software* Excel para a análise dos dados, por meio de comparações e padrões das respostas.

Foi possível identificar os pontos positivos e negativos com relação a caixa utilizada. A partir desses pontos foi possível obter os requisitos e parâmetros necessários para desenvolver um produto que atendesse às necessidades da atividade.

Por último, foi elaborado uma lista de recomendações para cada uma das três atividades analisadas, além de um quadro de requisitos e parâmetros para o projeto.

Na Etapa 3 (Criação) algumas premissas foram estudadas a fim de, atender a lista de requisitos e parâmetros, como: possíveis materiais a serem empregados na caixa, dimensionamento, formas de aberturas e manuseio assim, como possibilidades de componentes disponíveis no mercado para possibilitar o funcionamento do produto.

Após essa análise foram desenvolvidas duas propostas de produto, por meio do *software SketchUp*.

• **Momento 3 - Implementação**

O último momento do GODP abrange as etapas de: Execução (4), Viabilização (5), e Verificação final (6).

Na Etapa 4 (Execução) foram confeccionados os protótipos das duas alternativas na própria empresa. Para tanto, foram especificados os itens de produção, quantidade e tamanhos.

A Etapa 5 do GODP trata da Viabilização, nesta etapa ambas as caixas foram testadas em uma situação real, nas três atividades estudadas (coleta, transporte e armazenamento da amostra de solo). Durante o teste foram aplicados novamente os formulários desta pesquisa com o objetivo de comparar os resultados entre a caixa já utilizada pela empresa e as caixas desenvolvidas com esta pesquisa.

Na Etapa 6 (Verificação Final) os novos dados coletados em campo permitiram comparar as respostas dos formulários e verificar a necessidade de novos ajustes, recomendações a partir das dificuldades encontradas.

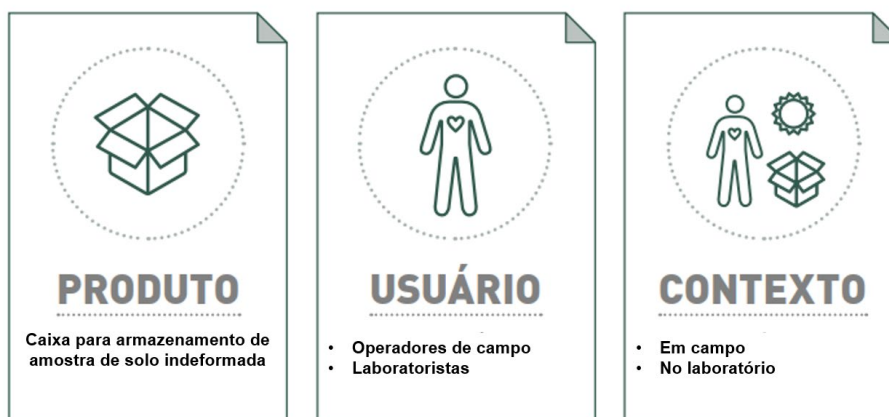
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE CAMPO

Para a condução da pesquisa de campo deste estudo foram seguidas as etapas dos 3 momentos do GODP (Merino, 2014). Os resultados de cada etapa serão apresentados a seguir.

4.1 BLOCOS DE REFERÊNCIA

Conforme indica Merino (2016), para iniciar o projeto utilizando-se da metodologia GODP, é necessária a definição dos blocos de referência a partir do produto a ser projetado, o usuário que irá interagir o produto e o contexto de uso, seguindo a partir daí, para a prática projetual. Nestes termos a Figura 17 apresenta os blocos desta pesquisa.

Figura 17 - Blocos de referência do projeto



Fonte: Autora (2023), com base em Merino (2016).

- **Produto:** caixa para armazenamento de bloco de solo coletado em campo como uma amostra indeformada para preservar as características do solo local e ensaiar o material em laboratório a fim de determinar parâmetros de engenharia para projetos.
- **Usuário:** operadores de campo e laboratoristas.
Operadores de campo: responsáveis pelas coletas de amostras indeformada e deformada de solo.
Laboratoristas: responsáveis pelos ensaios geotécnicos no laboratório de solos.
- **Contexto de uso:** a caixa estudada foi avaliada em dois contextos de uso: em campo e no laboratório de solos. Em campo, a amostra foi coletada em um talude

de solo às margens de uma rodovia. O contexto foi estudado em um laboratório de solos de uma empresa de consultoria e projetos de engenharia geotécnica.

4.2 MOMENTO 1: INSPIRAÇÃO

Neste momento foram cumpridas as seguintes etapas do GODP:

- Etapa -1 Oportunidades;
- Etapa 0 Prospecção; e,
- Etapa 1 Levantamento de Dados.

4.2.1 Etapa -1: Oportunidades

Atendendo a etapa (-1) do GODP referente à oportunidade, acrescenta-se que com relação aos procedimentos relacionados aos ensaios, a caixa em estudo é o produto utilizado nas três atividades estudadas, de coleta, transporte e armazenamento da amostra de solo, para a realização de ensaios geotécnicos no laboratório.

Destaca-se que a realização de ensaios com o solo contempla escopo da investigação geotécnica com o objetivo de garantir aos engenheiros elaborarem projetos com parâmetros de segurança maiores atingindo maior viabilidade.

Ademais, a perda da amostra de solo, no conjunto caixa-solo, tanto no campo quanto no laboratório, impacta diretamente na qualidade e resultados dos ensaios de laboratório.

Além disso, a coleta, transporte e armazenamento da amostra são atividades que apresentam potenciais riscos ergonômicos aos trabalhadores envolvidos, uma vez que, na empresa (estudada nesta pesquisa) já houve acidente sem afastamento relacionado ao levantamento manual de carga.

De modo geral, a caixa utilizada, atualmente, possui peso elevado, cerca de 50 quilos, o sistema de manejo são inadequados, o que, inclusive, causou o acidente sem afastamento.

Sendo assim, este estudo apresenta-se como uma oportunidade de otimizar a atividade no que se refere ao processo e à saúde e bem estar dos trabalhadores envolvidos, não só para a empresa estudada, como também em outros contextos de uso.

4.2.2 Etapa 0: Prospeção

A etapa (0) do GODP prevê a pesquisa do produto junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) quanto à existência de possíveis registros de patentes, normativas relacionadas, dentre outros.

Para o levantamento junto ao INPI, foi acessado a plataforma do Instituto, por meio do *site* - <https://www.gov.br/inpi/pt-br> e realizada uma pesquisa de Patentes. A busca foi efetuada no período de fevereiro de 2024.

Para a pesquisa foi selecionada a opção de pesquisa anônima, e nas opções de Busca de Patentes a Pesquisa Básica foi realizada por meio da busca em “Contenha: todas as palavras” e no “Título”.

As seguintes palavras-chaves foram utilizadas na busca por patentes: “coleta de amostra de solo”; “coleta de amostra indeformada”; “coleta de amostra indeformada de solo”; “caixa para amostra de solo”; “caixa para amostra indeformada”; “caixa para amostra indeformada de solo”; “caixa para armazenamento de amostra indeformada de solo”; “dispositivo para amostra indeformada”; “dispositivo para amostra de solo”; “dispositivo para amostra indeformada de solo”; “dispositivo para coleta de amostra de solo”; “dispositivo para coleta de amostra indeformada de solo”; e “dispositivo para armazenamento de amostra indeformada de solo”.

Como resultado da busca foram encontrados apenas dois processos através da palavra-chave “Dispositivo para amostra de solo”, as demais palavras-chaves não apresentaram nenhum resultado.

Para os processos encontrados no INPI, um deles trata-se de um objeto para coletar amostras de solo para testes de plantio, publicado em 2011, sendo para amostra deformada de solo (Número do Pedido: MU8901188-0 U2). E o segundo, aborda um dispositivo para acoplar em veículo quadriciclo para coletar amostra de solo, publicado em 2012, também deformada (Número do Pedido: MU8802050-9 U2). Portanto, ambos processos encontrados por meio da plataforma do INPI possuem propósitos diferentes ao estudado nesta pesquisa.

Sendo assim, quanto à existência de registros de patentes, em levantamento realizado junto ao INPI, não foram encontradas patentes relacionadas à caixa estudada.

No que se refere às normas nacionais e internacionais, o Quadro 01 apresenta as normas relacionadas aos ensaios, coleta e/ou preparo da amostra.

Quadro 01 - Relação de normas relacionadas à atividade estudada

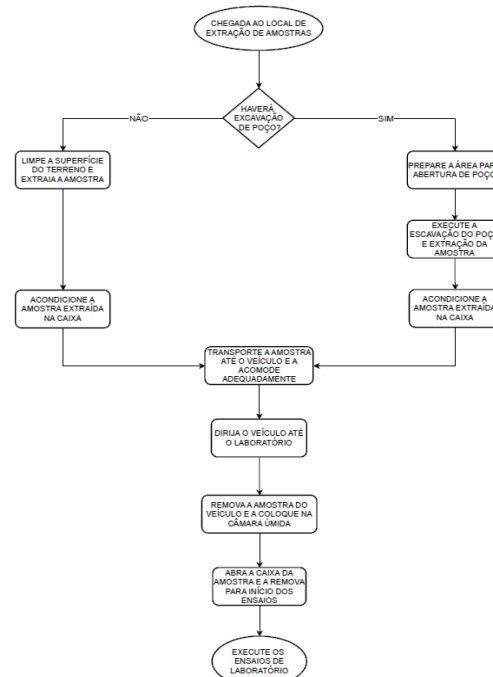
Norma	Título	Descrição
NBR 6457 (2016)	Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização	Método para a preparação de amostras de solos para os ensaios de compactação e de caracterização e método para determinação do teor de umidade natural
NBR 16867 (2020)	Determinação da massa específica aparente de amostras indeformadas – método da balança hidrostática	Método para determinar a massa específica <i>In Situ</i> por meio da balança hidrostática
ASTM D3080 (2014)	Método de teste padrão para Teste de cisalhamento direto de solos sob condições drenadas consolidadas	Método para ensaios de Cisalhamento Direto

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

4.2.3 Etapa 1: Levantamento de dados

Esta etapa foi iniciada com a condução de uma Análise Ergonômica Preliminar (AEP) da atividade com aplicação de formulários (APÊNDICE A) e na sequência aplicada um Teste de Usabilidade (APÊNDICE B) do produto utilizado na empresa.

Quanto ao processo produtivo em questão, a atividade inicia com a coleta de amostra indeformada de solo até a chegada no laboratório para a realização de ensaios (Figura 18).

Figura 18 – Fluxograma das atividades estudadas

Fonte: Autora (2024).

As atividades envolvidas no processo produtivo avaliado, podem ser apresentados da seguinte forma:

a) Armazenamento da amostra de solo na caixa em campo

Envolvidos: Nesta etapa participam de 2 a 3 pessoas.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI): bota de segurança, perneira, colete refletivo, luva tricotada, óculos de proteção, capacete de proteção com jugular, protetor solar, uniforme com proteção UVA/UVB.

Atividade: Coletar amostra indeformada de solo e armazená-la em caixa de madeira, conforme local e profundidade, especificado pelo engenheiro civil geotécnico (Quadro 02).

Quadro 02 - Atividade 1 - Coleta de amostra de solo

Passo	Descrição da Atividade	Imagem
1	Atividade: Operador limpando a vegetação do talude da área onde será coletada a amostra de solo. Atividade desenvolvida com revezamento entre duas pessoas. Operador com equipamentos de proteção individual (capacete, óculos, luva, colete refletivo, perneira e bota).	
	Ferramentas/materiais: enxada.	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Utilização de braços, mãos para aplicação de força na ferramenta, serviço sem precisão. Pernas firmes para equilíbrio, coluna inclinada para frente (adução).	
2	Atividade: Operador esculpindo a amostra de solo em formato cúbico e nas dimensões da caixa.	
	Ferramentas/materiais: facão e vanca.	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Operador com os joelhos no chão. Utilização de membros superiores com aplicação de força e precisão no movimento para não danificar a amostra	
3	Atividade: Operador medindo a amostra com trena para verificar as medidas a fim de acondicioná-la na caixa de madeira. Amostra esculpida manualmente, com revezamento entre duas pessoas.	
	Ferramentas/materiais: trena.	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: em pé com utilização de mãos e braços. Coluna inclinada para frente.	
4	Atividade: Operador esculpindo a amostra.	
	Ferramentas: facão.	
	Plano de trabalho: plano.	

	Posturas adotadas: de joelhos e apoiado sobre as pernas. Para utilização do facão, aplicação de força e precisão no movimento do antebraço e mãos. Operador destro utilizando facão na mão esquerda.	
5	Atividade: Operador esculpindo (fatiando) a amostra. Ferramentas/materiais: facão. Plano de trabalho: plano. Posturas adotadas: de joelhos e apoiado sobre as pernas. Utilização do facão, simultaneamente, com ambas as mãos, aplicação de força e precisão no movimento do braço e mãos.	
5.1	Amostra de solo esculpida no formato e tamanho da caixa, mas ainda se encontra presa ao solo.	
6	Atividade: Operador protegendo a amostra com pano de algodão para receber a parafina derretida. Ferramentas/materiais: Pano de algodão. Plano de trabalho: plano. Posturas adotadas: Sentado no chão sobre as pernas cruzadas. Utilização de mãos e braços sem a aplicação de força.	
7	Atividade: Operadores derretendo a parafina. Ferramentas/materiais: fogareiro portátil a gás, panela, colher de pau e parafina granulada. Plano de trabalho: plano e inclinado. Posturas adotadas: Sentado no chão sobre as pernas cruzadas. Utilização de mãos e braços sem a aplicação de força.	
8	Atividade: Operador embrulhando manualmente a amostra no pano de algodão e besuntando com parafina derretida com um pincel. Início da aplicação da parafina pelo topo e depois as laterais para cobertura completa e mantendo o pano esticado Parafina quente dentro da panela. Ferramentas/materiais: Panela, pincel, parafina derretida e pano de algodão. Plano de trabalho: plano. Posturas adotadas: Sentado no chão sobre as pernas cruzadas. Utilização de mãos e braços sem a aplicação de força, mas com precisão.	

9	Atividade: Operador abrindo o pano para colocar na amostra de solo (2 panos por amostra).	
	Ferramentas/materiais: pano de algodão.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Sentado no chão com as pernas abertas e esticadas. Utilização de mãos e braços sem a aplicação de força, ou precisão.	
9.1	Caixa para receber a amostra, semi-montada no campo. Peso de 4,7 a 5 quilos.	
9.2	Caixa de madeira posicionada ao lado, com fita já anotada o nome do cliente, número do bloco coletado, posição em relação ao talude e lado da caixa (topo).	
10	Atividade: Operador identificando a amostra.	
	Ferramentas/materiais: fita amarela e caneta.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Sentado no chão com as pernas abertas e esticadas. Utilização de mãos e braços sem a aplicação de força, ou precisão.	
11	Atividade: Operador encaixou a caixa de madeira na amostra parafinada e identificada.	
	Ferramentas/materiais: caixa de madeira semi-montada.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Em pé, com utilização de membros superiores.	
12	Atividade: Operador soltando a amostra (bloco de solo) do solo.	
	Ferramentas/materiais: vanca.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Em pé, com utilização de membros superiores e aplicação de força e precisão para não danificar a amostra.	

13	Atividade: Operador após soltar a amostra do solo, virou a caixa para finalizar o fechamento. Operador colocando solo e serragem dentro da caixa para proteger os cantos não preenchidos.	
	Ferramentas/materiais: solo e serragem de madeira.	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Em pé, com utilização de membros superiores.	
14	Atividade: Operadores, manualmente, e com facão estão nivelando a amostra na caixa para fechá-la com a tampa.	
	Ferramentas/materiais: facão.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: De joelhos, sobre as pernas e com utilização de membros superiores, com aplicação de força e precisão.	
15	Atividade: Operadores, parafinando o fundo da amostra.	
	Ferramentas/materiais: pano de algodão, parafina derretida e pincel.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: De joelhos e em pé com utilização de membros superiores com precisão.	
16	Atividade: Operadores, colocando o fundo da caixa, com etiqueta (nome do cliente, número do bloco, posição em relação ao talude e lado da caixa – base).	
	Ferramentas/materiais: caixa de madeira.	
	Plano de trabalho: plano/inclinado.	
	Posturas adotadas: De joelhos e em pé com utilização de membros superiores.	
17	Atividade: Operadores, fechando a caixa.	
	Ferramentas/materiais: parafusadeira.	
	Plano de trabalho: plano/ inclinado.	
	Posturas adotadas: De joelhos e em pé com utilização de membros superiores com aplicação de força.	
18	Atividade: Operador carregando a amostra para próximo das ferramentas.	
	Ferramentas/materiais: nenhuma.	

	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: De pé, caminhando e segurando a amostra sozinho com ambos os membros superiores com aplicação de força. Peso da amostra mais a caixa: média de 27 quilos.	
19	Atividade: Operador colocando a amostra manualmente no chão.	
	Ferramentas/materiais: nenhuma.	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Adução da coluna e quadril, inclinação dos joelhos para firmeza no plano inclinado e braços e mãos segurando a caixa até encostá-la delicadamente no chão.	
20	Atividade: Operador colocando a amostra manualmente no chão.	
	Ferramentas/materiais: manualmente e plástico "stretch".	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Adução da coluna e quadril, pernas abertas e semiflexionadas, braços e mãos segurando a caixa até encostá-la delicadamente no chão. Segundo operador inclinado segurando plástico tipo "stretch" para embalar a caixa da amostra.	
21	Atividade: Operadores embalando a caixa com plástico.	
	Ferramentas/materiais: manualmente e plástico tipo filme "stretch".	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Agachado sobre os joelhos e pernas e sentado com as pernas cruzadas. Utilização de mãos e braços com aplicação de força.	

21.1	Amostra de solo coletada, parafinada e protegida com pano de algodão, solo e serragem, identificada dentro e fora da caixa. Colocada dentro da caixa de madeira e embalada com plástico tipo filme “ <i>strech</i> ”.	
21.2	Local de trabalho após a coleta. Atividade: Reunir manualmente as ferramentas para levá-las até o veículo.	
	Ferramentas: todas utilizadas na atividade.	
	Plano de trabalho: inclinado.	
	Posturas adotadas: Andando e agachado para pegar as ferramentas do chão. Utilização de saco de rafia para transporte das ferramentas.	

Fonte: Autora (2023).

b) Transporte da amostra de solo até o laboratório

Envolvidos: Nesta etapa participam de 1 a 2 pessoas.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI): bota de segurança.

Atividade: Transportar a caixa de madeira até o veículo, colocando-a no porta-malas do carro, com cuidado para evitar que a amostra quebre ou trinque dentro da caixa (Quadro 03).

Quadro 03 - Atividade 2 - Transporte de amostra de solo

Passo	Descrição da Atividade	Imagem
1	Atividade: Retirada da amostra do porta-malas do veículo (modelo sedan) no laboratório.	
	Plano de trabalho: plano	
2	Atividade: Retirada da amostra do porta-malas do veículo pelo laboratorista.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Utilização de membros superiores e coluna lombar com aplicação de força estática. Coluna inclinada para frente para acessar a caixa dentro do porta-malas.	
3	Atividade: Retirada da amostra do porta-malas do veículo pelo laboratorista.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Utilização de membros superiores e coluna lombar com aplicação de força estática. Manejo prejudicado pelas laterais da caixa e trazendo-a junto ao corpo com o braço e antebraço em razão do peso.	

4	Atividade: Laboratorista movimentando a caixa até a câmara úmida no laboratório.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Utilização de membros superiores com aplicação de força estática. Manejo prejudicado pelas laterais da caixa e trazendo-a junto ao corpo com o braço e antebraço em razão do peso.	
5	Atividade: Laboratorista colocando manualmente a caixa dentro da câmara úmida.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: Utilização de membros superiores com aplicação de força estática. Manejo prejudicado pelas laterais da caixa e trazendo-a junto ao corpo com o braço e antebraço em razão do peso. Coluna lombar inclinada para apoiar a caixa no piso ou em cima de outra caixa.	

Fonte: Autora (2023).

c) Realização de ensaios no laboratório

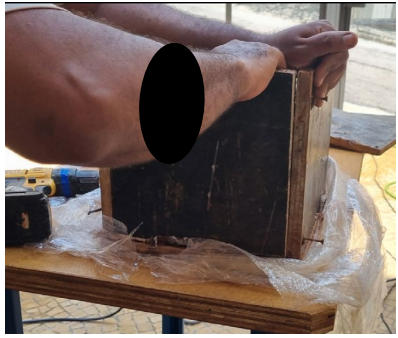
Envolvidos: Nesta etapa participam de 1 a 2 pessoas.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI): bota de segurança.

Atividade: Efetuar ensaios de cisalhamento direto e massa específica *in situ* com a amostra indeformada de solo, conforme diretrizes especificadas pelo engenheiro e projeto.

Quadro 04 - Atividade 3 – Armazenamento da amostra e abertura da caixa no Laboratório

Passo	Descrição da Atividade	Imagem
1	Atividade: Pegar manualmente a caixa na câmara úmida e coloca na bancada de trabalho. Com estilete corta e retira o plástico "stretch".	
	Ferramentas/materiais: estilete.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: atividade em pé com utilização de mãos e braços, sem aplicação de força.	
2	Atividade: Abertura da caixa com parafusadeira retirando os parafusos da tampa.	
	Ferramentas/materiais: parafusadeira.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: atividade em pé com utilização de mãos e braços e aplicação de força e precisão.	
3	Atividade: Abertura da caixa com parafusadeira retirando os parafusos das duas laterais maiores, para soltar a lateral menor.	

	Ferramentas/materiais: parafusadeira.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: atividade em pé com utilização de mãos e braços e aplicação de força e precisão.	
4	Atividade: Retirada manual da lateral da caixa após soltar os parafusos com a parafusadeira.	
	Ferramentas/materiais: nenhuma.	
	Plano de trabalho: plano.	
5	Posturas adotadas: atividade em pé com utilização de mãos e braços e aplicação de força.	
	Atividade: Amostra aberta. Retirada manual da serragem e solo sobressalente.	
	Ferramentas/materiais: nenhuma	
6	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: atividade em pé com utilização de mãos e braços, sem aplicação de força.	
	Atividade: Amostra aberta. Próximos passos: cortar o tecido e a parafina com estilete abrindo a amostra do topo para a lateral para retirar uma parte do material e ensaiá-lo.	
	Ferramentas/materiais: manualmente, estilete, amostradores conforme o tipo de ensaio a ser realizado.	
	Plano de trabalho: plano.	
	Posturas adotadas: atividade em pé com utilização de mãos e braços, com aplicação de força e precisão.	

Fonte: Autora (2024).

Quanto aos locais onde as atividades foram estudadas tem-se dois locais distintos, o campo e o laboratório.

O campo, onde foi coletada a amostra de solo, foi realizado às margens de uma rodovia no interior de São Paulo, em um talude de solo. No local existia um acesso lateral à rodovia, que proporcionou um acesso seguro para a equipe estacionar o veículo, acessar as ferramentas do veículo, e efetuar a coleta da amostra de solo.

O local exato da coleta de solo foi determinado pelo engenheiro do projeto em questão, e o local é encontrado, especificamente, por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude).

As principais ferramentas/dispositivos utilizadas na coleta de solo foram: enxada, picareta, vanca, facão, serragem, pano de algodão, parafina a granel, panela, fogão a gás, colher de pau, pincel, parafusadeira, parafusos, caixa de madeira, fita adesiva identificadora, canetinha, trena, galão de água.

A figura 19, a seguir apresenta o local estudado no campo.

Figura 19 – Local onde foi avaliada a atividade de coleta de amostra de solo



Fonte: Autora (2024).

No laboratório foram avaliadas as atividades de transporte e armazenamento da amostra de solo. O laboratório possui no andar térreo o local para armazenamento na câmara úmida e bancadas de trabalho.

No 1º andar do laboratório há diversas ferramentas para os ensaios laboratoriais como: balanças de precisão, termômetros, densímetros, laptop e computadores, béquer, proveta, cápsulas de alumínio, almofariz, mão de gral, baquetas, filtro de papel, faca serrilhada de cozinha, tesoura, estilete, fita adesiva. Como máquinas para os ensaios temos: Estufa, Cisalhamento Direto, Prensa Multifuncional, Triaxial e Adensamento.

O mobiliário do laboratório é completado por bancadas de trabalho, mesas de escritório para computador, cadeiras para computador, bancos médios e altos para bancada.

Demonstra-se por meio das Figuras 20 e 21 o *layout* do laboratório do pavimento térreo e 1º andar.

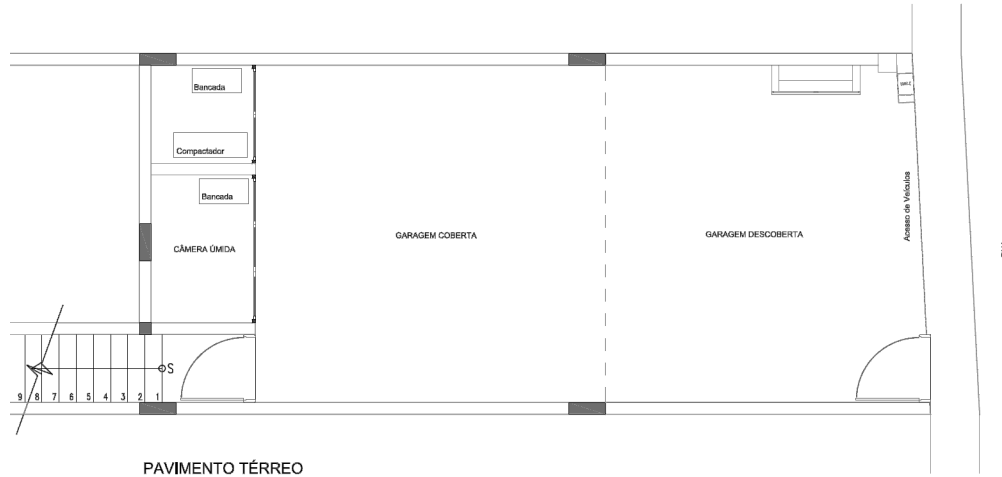
No térreo, o acesso é possível tanto por pedestres como por meio de veículos de passeio para a garagem. Há uma área da garagem descoberta e outra área coberta por laje. A área da garagem coberta é utilizada, também, pelos laboratoristas durante

o ensaio. Pela garagem coberta é possível acessar a câmara úmida, local onde as amostras de solo ficam armazenadas e ao lado, há área para ensaio de compactação.

A câmara úmida possui dimensões de 2,40 x 1,70 metros.

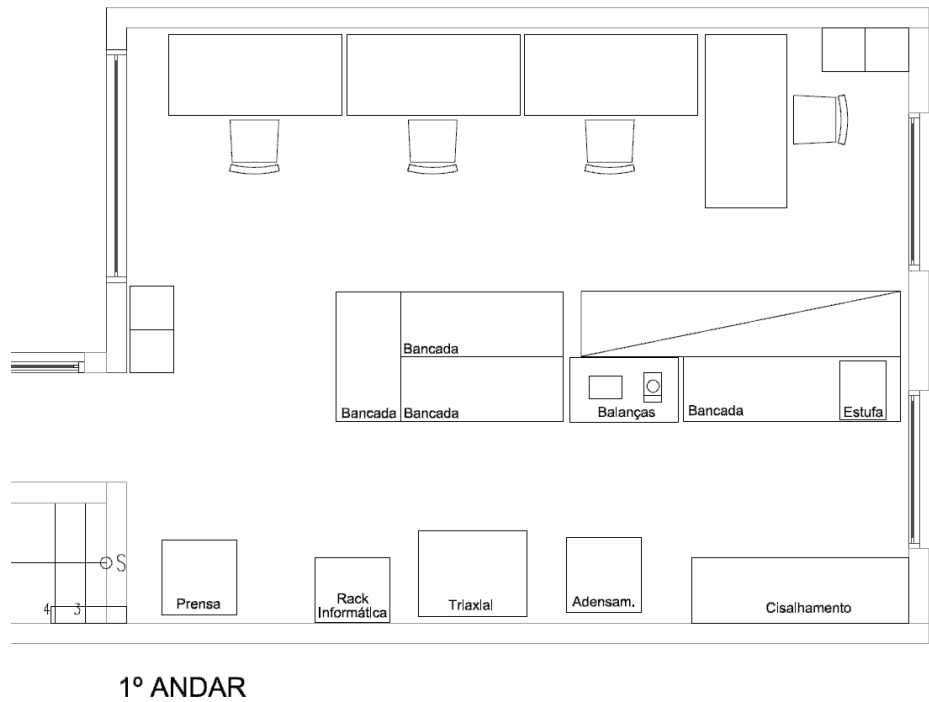
A garagem térrea com acesso para os veículos facilita a retirada das amostras de solo do veículo e o seu armazenamento na câmara úmida.

Figura 20 – Layout do pavimento térreo do laboratório



Fonte: Autora (2024).

Figura 21 – Layout do 1º Andar do laboratório



Fonte: Autora (2024).

Para a caracterização dos ambientes de trabalho em questão, foram realizadas medições dos condicionantes ambientais, por meio de equipamentos de medição

como decibelímetro, medidor de estresse térmico e luxímetro da própria pesquisadora. Decibelímetro: Wensn, modelo WS1361C, Medidor de estresse térmico: Heat Index, modelo Globo 8778 e Luxímetro: Instrutherm, modelo Lg200. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 01 - Condicionantes ambientais

Condicionante ambiental	Laboratório – 1º Andar	Campo (área externa)*
Ruído	68-70 dB(A)	72-75 dB(A)
Temperatura	Ar-condicionado individual 21 - 23 °C	Ao ar livre 26 - 28°C
Iluminamento	Artificial por lâmpadas de LED 550 lúmens	Natural, ao ar livre
*Medição efetuada na Rodovia Anhanguera – km 60, em agosto de 2023 às 10:00horas. Os valores apresentados para o Campo variam conforme o período do ano e localização.		

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Como parte da AEP foi elaborado um quadro (05) para descrever os riscos e perigos e possíveis lesões/agravs das atividades estudadas, separados por setor e atividade, além de elencar a fonte do perigo/risco.

Quadro 05 - Riscos e perigos na atividade

Setor	Atividade	Risco	Perigo	Fonte	Possíveis Lesões ou Agravo a saúde
Campo	Colocar a caixa de madeira na amostra de solo	Ergonômico	Machucar a coluna	Postura inadequada	Lesão na musculatura da coluna lombar e membros superiores
Campo	Parafinar a amostra	Acidente	Queimadura	Parafina derretida	Queimadura na pele
Campos	Retirar a amostra do buraco cavado	Ergonômico	Depende da profundidade	Postura inadequada	Lesão na musculatura da coluna lombar e membros superiores
Campo	Transporte da amostra até o veículo	Ergonômico	Machucar a coluna	Postura inadequada	Lesão na musculatura da coluna lombar e membros superiores
Laboratório	Colocar a caixa e amostra em bancada	Ergonômico	Machucar a coluna	Postura inadequada	Lesão na musculatura da coluna lombar e membros superiores
Laboratório	Retirar a amostra da caixa de madeira	Ergonômico	Machucar a coluna	Postura inadequada	Lesão na musculatura da coluna lombar e torácica membros superiores
Laboratório	Corte de tecido e parafina	Acidente	Cortar a pele	Faca serrilhada de cozinha com ponta	Corte nas mãos e braços
Laboratório	Esculpir a amostra de solo para os ensaios	Ergonômico	Machucar a coluna	Postura inadequada	Lesão na musculatura da coluna lombar, torácica e cervical

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Como um dos pontos da análise ergonômica preliminar foi realizada uma entrevista no horário intermediário ou final da carga horária diária do trabalhador, para que o profissional pudesse expressar-se, detalhadamente, acerca das dificuldades e necessidades encontradas nas atividades realizadas. Acrescenta-se que o formulário contido no Apêndice A.

Sendo assim, a pesquisa foi realizada com oito pessoas, sendo que:

- Duas pessoas responderam, apenas, sobre a Atividade 1;
- Uma pessoa respondeu, apenas, sobre as Atividades 1 e 2;
- Uma pessoa respondeu, apenas, sobre as Atividades 2 e 3;
- Três pessoas responderam sobre as Atividades 1, 2 e 3; e,
- Uma pessoa respondeu, apenas, sobre a Atividade 3.

Sobre a escolha sobre qual atividade a pessoa iria responder foi correlacionada com a atividade recorrente que ela desenvolvia na empresa. Todos participaram e responderam à pesquisa com prontidão e sugestões de melhorias.

Durante a coleta da amostra de solo a temperatura ambiente estava 32 °C. A Atividade 1 (Quadro 2) teve duração total de 2 horas, das 08:00 às 10:00 horas da manhã. A descrição da atividade de transporte da amostra de solo no veículo, retirada da amostra do veículo até a colocação da caixa no laboratório (Atividade 2, Quadro 3). A atividade teve duração de cerca de 5 minutos. Já a descrição da atividade de abertura da caixa no laboratório para início dos ensaios (Atividade 3, Quadro 4) durou cerca de 10 minutos.

Sobre o perfil dos respondentes, Sobre o item “Dados Sobre Você”, foram obtidos os seguintes resultados:

- As oito pessoas são do sexo masculino. Dos quais três pessoas eram operadores de campo e os demais eram laboratoristas (05). Dos cinco laboratoristas que participaram da pesquisa, três também já desenvolveram atividades de campo, portanto, puderam responder o formulário referente a Atividade 1;
- Dos Operadores de Campo: são homens com faixa etária de 38 anos com Ensino Médio completo. A altura média da equipe de 1,76 m e 101 quilos, todos destros. Dois operadores praticam atividade física. E, apenas um, é fumante. Somente um colaborador apresenta problemas de saúde – hipertensão,

tomando medicação regularmente. Nenhum dos operadores apresentou dor crônica ou relatou algum acidente de trabalho, tampouco ausência no trabalho no período de 6 meses. Com relação ao tempo de empresa e período na função, temos: 6 meses, 10 meses e 15 meses de empresa. Os operadores entrevistados desenvolvem as atividades de coleta e transporte da amostra em campo. Todos os três operadores entrevistados informaram que as ferramentas atendem parcialmente as atividades, bem como, que trabalham em equipe. Para a divisão do trabalho 1 operador relatou que as atividades sempre são divididas igualmente, e 2 operadores relataram que a atividade é, às vezes, dividida igualmente;

- Dos Laboratoristas: todos homens, com faixa etária média de 32 anos. Grau de escolaridade de Ensino Superior completo, incompleto e Médio. A altura média encontrada dos laboratoristas é de 1,70 m e 78 quilos. Todos destros. Não se ausentaram do trabalho, a maioria é praticante de atividade física, não bebem ou fumam regularmente, tampouco possuem alguma doença crônica ou sentem dor crônica. Estão de 6 a 30 meses na empresa, na mesma função. Apenas três relataram que sofreram acidente, sem afastamento do trabalho. Um acidente relacionado a dor aguda na coluna lombar ao movimentar uma caixa de amostra e os outros dois os acidentes estão relacionados a pequenos cortes e farpas de madeira ao manusear a caixa e esculpir o solo. Três laboratoristas afirmaram que as ferramentas estão adequadas a atividade e dois informaram que são parcialmente adequadas. Os cinco laboratoristas responderam que trabalham em equipe. Três laboratoristas disseram que a atividade é, às vezes, distribuída igualmente. Apenas um laboratorista disse que a atividade nunca é distribuída igualmente. E um laboratorista disse que sempre é dividida igualmente.

Para os testes de usabilidade da caixa utilizada no processo, foi aplicado um formulário (APÊNDICE B) estruturado a partir das dimensões prevista pela ISO 9241-11 (2021), quais sejam: Eficácia, Eficiência e Satisfação. Além do uso da ferramenta SUS de Brooke (1996).

A **Eficácia** das atividades estudadas foi diagnosticada através do cumprimento da atividade, por meio da pergunta: Você conseguiu realizar a Atividade? Para esta

pergunta todos os participantes responderam que “Sim, totalmente”. Demonstrando que a eficácia das três atividades avaliadas foi atendida.

Para a **Eficiência** foi questionado, para cada uma das três atividades, sobre se os procedimentos eram adequados, obtendo as respostas apresentadas a seguir no Quadro 06.

Quadro 06 – Resultados do teste de Usabilidade sobre Eficiência

Código do participante	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3
COD01	Sim, mas poderia melhorar		
COD02	Sim, totalmente		
COD03	Sim, totalmente	Sim, muito adequado	
COD04	Sim, totalmente	Sim, mas poderia melhorar	Sim, mas poderia melhorar
COD05		Sim, muito adequado	Sim, muito adequado
COD06	Sim, totalmente	Sim, mas poderia melhorar	Sim, mas poderia melhorar
COD07	Sim, totalmente	Sim, mas poderia melhorar	Sim, muito adequado
COD08			Sim, mas poderia melhorar
Resultado para a pergunta sobre se o procedimento era adequado	83 % dos participantes responderam "Sim, totalmente"	60 % dos participantes responderam "Sim, mas poderia melhorar"	60 % dos participantes responderam "Sim, mas poderia melhorar"

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Quanto à ocorrência de dor/desconforto durante a realização das atividades, a partir do Diagrama de dores Corlett e Manenica (1980), foram obtidos os seguintes resultados:

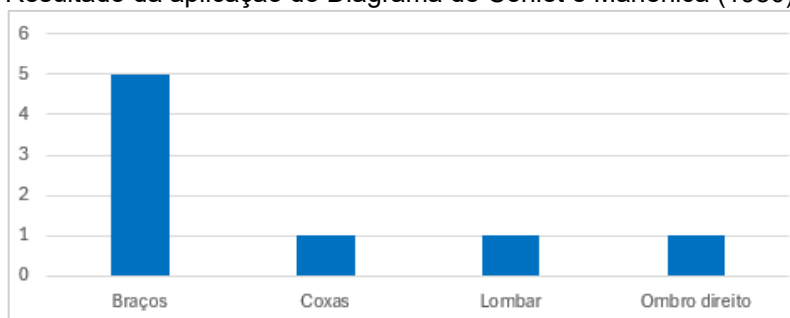
- Atividade 1: prevaleceu-se dor muito frequente nos braços.
- Atividade 2: prevaleceu-se dor muito frequente/frequente em braços, ombro direito e lombar.
- Atividade 3: prevaleceu-se dor frequente/pouco frequente em cervical, ombro direito e lombar.

A tempo cabe explicar que nos Gráficos de 1 a 3, a quantidade de ocorrências de dor é indicada no eixo x, e no eixo y são indicadas as partes específicas do corpo, a saber: braços, coxas, lombar, ombro direito, ombro, cervical, mão, punho, quadril.

Para a Atividade 1, de coleta da amostra, tem-se movimentos mais dinâmicos e com utilização de membros superiores com aplicação de força, conforme indicado

no Gráfico 01, e uma duração maior da atividade, sendo de 1 até 2 horas por coleta, e com a possibilidade de coletar mais de um bloco por dia. É possível observar que, os braços a parte mais indicada, isto é, cinco vezes.

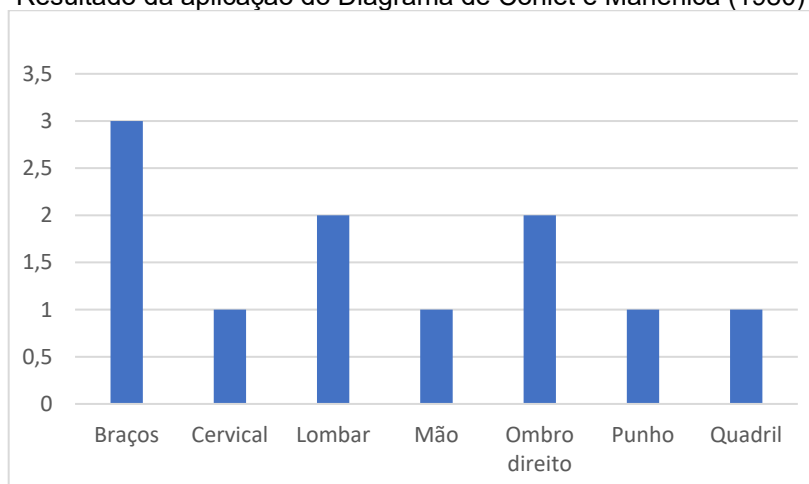
Gráfico 01 – Resultado da aplicação do Diagrama de Corlett e Manenica (1980) da Atividade 1



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para a Atividade 2, as atividades são desenvolvidas em pé, com postura estática e com aplicação de força, demonstra o Gráfico 02. Contudo, a atividade é desenvolvida por no máximo 10 minutos e realizada de 1 a 2 vezes no dia.

Gráfico 02 – Resultado da aplicação do Diagrama de Corlett e Manenica (1980) da Atividade 2

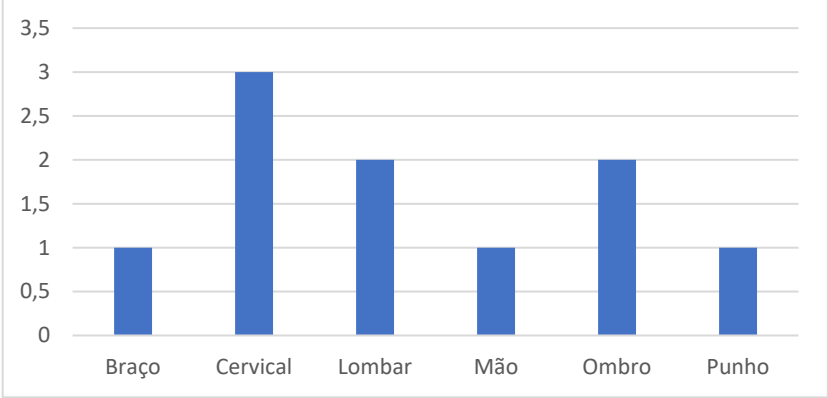


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Com relação à Atividade 3, as atividades são desenvolvidas em pé, com a possibilidade de sentar-se, contudo os ombros e cervical foram destaque em razão da atividade de ensaiar a amostra, na qual é necessário esculpir a amostra em frações menores (Gráfico 03). Além disso, os movimentos são estáticos com aplicação de força e precisão. A abertura da caixa é efetuada de 1 a 2 vezes por dia, mas os ensaios

podem ser realizados de 6 a 9 por dia e por amostra, dependendo da necessidade e especificações do projeto.

Gráfico 03 – Resultado da aplicação do Diagrama de Corllet e Manenica (1980) da Atividade 3



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Para a avaliação da Satisfação foi aplicado o questionário SUS (Brooke, 1996) para cada atividade, onde obteve-se a pontuação geral apresentada na Tabela 02.

Tabela 02 – Pontuação Geral da aplicação do questionário SUS

Código do participante	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3
COD01	62,5		
COD02	80,0		
COD03	82,5	80,0	
COD04	52,5	70,0	62,5
COD05		45,0	50,0
COD06	45,0	40,0	47,5
COD07	50,0	57,5	52,5
COD08			62,5
MÉDIA	46,56	58,50	55,00

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A tabela de pontuação do questionário SUS reflete a satisfação geral de utilização do sistema avaliado. Observa-se como média encontrada para as atividades 1, 2 e 3 as médias: 46,56; 58,50 e 55,0, respectivamente.

Conforme estudos realizados em diferentes aplicações a média de pontuação geral do SUS gira em torno de 70 pontos, e que resultados abaixo desse valor indicam problemas sérios de usabilidade (Brooke, 1996).

Deste modo, para as três atividades analisadas as médias de pontos encontradas foram abaixo dos 70 pontos, indicando problemas de usabilidade no sistema avaliado.

Complementarmente à Avaliação Ergonômica preliminar, foi realizada uma análise da caixa.

As caixas empregadas no armazenamento e transporte de amostras de solo são fabricadas, no Brasil, com madeira compensada. Entretanto, outros materiais poderiam ser usados, como polietileno de alta densidade (PEAD), aço, alumínio, fibra de vidro e fibra de carbono, cada um com vantagens e desvantagens específicas.

A seleção do material para fabricação das caixas é influenciada por uma série de fatores, que abrangem aspectos técnicos, econômicos e ergonômicos, como:

- a) **Habitualidade da mão de obra:** O treinamento da equipe para manipular uma determinada caixa demanda recursos consideráveis, tais como tempo e investimento financeiro. Optar por um material para a caixa já familiar à equipe resulta na redução dos custos operacionais.
- b) **Durabilidade:** As caixas em uso estão sujeitas a diversas condições e exposições que diminuem sua resistência ao longo do tempo, requerendo manutenção ou eventual substituição. Entre essas condições, incluem-se choques mecânicos durante o transporte e manuseio, atrito decorrente de movimentações, exposição à umidade e às intempéries, quedas, entre outros fatores.
- c) **Manutenção:** Quando as caixas apresentam desgaste ou danos, é necessária a realização de manutenção. A utilização de certos materiais pode dificultar esse processo, exigindo a intervenção de profissionais especializados ou equipamentos especiais.
- d) **Peso:** As amostras de solo, com dimensões de 30x30x30 cm, podem pesar entre 30 e 40 kg, variando de acordo com o tipo de solo transportado. O peso da amostra é acrescido pelo peso da parafina utilizada para impermeabilização do solo, da serragem empregada para amortecer os choques da amostra contra a caixa e do peso próprio da caixa. Portanto, a redução do peso da caixa é ergonomicamente preferível.
- e) **Resistência e estanqueidade:** As amostras extraídas requerem proteção contrachoque e variações de umidade. Portanto, é importante que o material

utilizado na confecção da caixa apresente resistência mecânica e capacidade de manter a estanqueidade.

- f) **Simplicidade construtiva:** Considerando a natureza das atividades laboratoriais e de engenharia de projetos, é preferível que as caixas possam ser fabricadas internamente nas instalações do laboratório, pelos próprios membros da equipe responsável pela extração e coleta de amostras. Entretanto, a escolha de certos materiais pode demandar a contratação de mão de obra especializada e o uso de equipamentos especiais.
- g) **Custo:** É desejável que o custo de produção das caixas seja minimizado, por motivos tanto comerciais quanto econômicos. Por conseguinte, materiais com custo elevado podem ser considerados proibitivos para essa finalidade.

Em relação ao levantamento de dados referente a materiais, tanto que o(s) que compõe(em) a caixa atual, quanto para a proposta do novo produto, a pesquisa identificou características relacionadas ao peso, durabilidade, preço, dentre outros.

Para a caixa pesquisou-se sobre o material utilizado atualmente, a madeira naval. A caixa de madeira possui peso aproximado de 5 quilos.

Com o objetivo de encontrar um material mais leve e fácil de utilizar e carregar, foram pesquisados outros materiais. Através de uma tabela comparativa pode-se verificar a possibilidade de utilizar outros materiais na fabricação da caixa, entre polietileno, aço, alumínio, fibra de vidro e fibra de carbono (Tabela 03).

Tabela 03 - Possíveis materiais para a fabricação da caixa

Material	Madeira	Polietileno	Aço	Alumínio	Fibra de Vidro	Fibra de Carbono
Custo caixa 25x25x25cm (unidade)	R\$ 100,00	R\$ 250,00	R\$ 600,00	R\$ 800,00	R\$ 100,00	R\$ 350,00
Durabilidade	Baixa	Alta	Alta	Média	Média	Média
Manutenção exigida	Limpeza	Limpeza	Limpeza e Pintura	Limpeza e Retífica	Limpeza e Reparos	Limpeza
Peso específico (kg/dm³)	0,90	0,95	7,80	2,70	2,60	1,80
Espessura das peças (mm)	10	10	5	8	8	2
Peso da caixa (kg)	4,70	4,90	20,60	11,30	11	2
Resistência à água	Baixa	Ótima	Ótima	Ótima	Boa	Média
Fixação	Parafusos	Cinta e presilha	Presilhas e Parafusos	Presilhas e Parafusos	Cinta e presilha	Cinta e presilha

Vantagens principais	• Elevada habitualidade da mão de obra. • Baixo custo. • Rapidez e simplicidade da produção. • Leveza.	• Elevada durabilidade, leveza e estanqueidade.	• Elevada durabilidade.	• Elevada durabilidade.	• Elevada durabilidade e estanqueidade.	• Elevada durabilidade, leveza e estanqueidade.
Desvantagens principais	• Baixa durabilidade e estanqueidade. • Exige aparafusamento. • Efeitos deletérios quando em contato contínuo com a água.	• Necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para fabricação. • Baixa habitualidade da mão de obra.	• Necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para fabricação. • Custo elevado. • Corrosão deletéria. • Pesada. • Baixa habitualidade da mão de obra.	• Necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para fabricação. • Custo elevado. • Sujeita a deformações por choques. • Pesada. • Baixa habitualidade da mão de obra.	• Necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para fabricação. • Pesada. • Baixa habitualidade da mão de obra.	• Necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para fabricação. • Custo muito elevado. • Efeitos deletérios quando em contato contínuo com a água. • Baixa habitualidade da mão de obra.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

4.3 MOMENTO 2: IDEAÇÃO

Neste momento foram alcançadas as seguintes etapas do GODP:

- Etapa 2 Organização e Análise de Dados; e
- Etapa 3 Criação.

4.3.1 Etapa 2: Organização e Análise dos Dados

Nesta etapa os dados foram organizados e analisados. Os elementos mais relevantes foram analisados, possibilitando identificar relação funcional entre um comportamento e seus efeitos para definir possíveis recomendações (adequações e ajustes) para o processo em questão.

Obtiveram-se os pontos positivos e negativos da caixa estudada, sendo eles demonstrados no Quadro 07.

Quadro 07 – Pontos positivos e negativos da caixa

Pontos Positivos	Pontos Negativos
Possível carregar em uma única pessoa	Peso elevado
Montagem intuitiva	Parafusos dificultam a desmontagem da caixa
Recursos para montagens são baratos (madeira e parafusos)	Parafusos podem ser mal posicionados e danificar a caixa e a amostra
Fácil manutenção	Falta de empunhadura para carregamento individual ou em dupla

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Além dos pontos positivos e negativos apresentados sobre a caixa, foram questionadas aos participantes da pesquisa possíveis melhorias para o procedimento como um todo, obtendo as seguintes respostas:

- **Para o local de trabalho em campo:** que proporcione sombra e água potável.
- **Sobre os equipamentos de proteção individual:** uniforme que permita uma melhor transpiração.
- **Para as ferramentas utilizadas em campo:** em quantidade adequada e ferramentas adaptadas, especificamente, para esculpir o bloco (molde, vanca e facão) e soltá-lo do piso (vanca).
- **Veículo utilizado em campo e no transporte:** adequado ao transporte de amostra.
- **Para a câmara úmida no laboratório:** espaçosa, organizada com bancada e carrinho com regulagem de altura.

Com relação às premissas de ordem organizacional a implantação depende da alteração do processo pela empresa, todavia são ações simples, mas com possibilidade de resultados satisfatórios. Ações como a disponibilização de: tenda(s), água potável em quantidade suficiente, uniforme de tecido de material leve e que possibilite troca de calor, um veículo maior, bem como uma câmara úmida no laboratório espaçosa e organizada, dentre outros.

Recomendam-se ainda, o uso de ferramentas mais específicas para a atividade de esculpir o bloco, como um molde, e ferramentas cortantes de maior precisão que a vanca e o facão. E para soltar o bloco do solo seria necessário estudar uma ferramenta para substituir a vanca, que não proporciona estabilidade segura para a retirada do bloco de forma íntegra.

Sendo assim, de forma sistemática, a partir dos resultados das entrevistas e dos testes, assim como, das observações e registros realizados sobre o processo produtivo em questão, foi elaborada uma lista de recomendações com possíveis adequações e ajustes no processo atual, para otimização das três atividades pela perspectiva ergonômica:

Atividade 1 - Para a coleta da amostra:

1. Sugere-se uma área de trabalho coberta, que possibilite sombra;
2. Sugere-se a utilização de uniformes com tecido leve e com proteção UVA/UVB;
3. Sugere-se fornecer quantidade suficiente de água potável fresca por pessoa (estima-se de 500 ml a 1 litro de água por cada hora de atividade física);
4. Sugere-se utilizar um kit de ferramentas por coleta de amostra, caso seja simultânea duas coletas, por exemplo;
5. Sugere-se utilizar a ferramenta vanca com um cabo mais curto (cerca de 30 cm) para auxílio no momento de esculpir o bloco da amostra;
6. Sugere-se proporcionar ferramentas mais adequadas para esculpir o bloco da amostra;
7. Sugere-se utilizar ferramentas mais adequadas para soltar o bloco do solo.
8. Sugere-se utilizar ferramentas adequadas ao corte do solo.
9. Sugere-se verificar a possibilidade de reduzir o tamanho da amostra coletada para 23x23 cm.
10. Sugere-se utilizar um molde para ajudar a encontrar as medidas do bloco e a esculpi-lo (como o amostrador utilizado no ensaio, mas em escala real do bloco).

Atividade 2 - Para o transporte das amostras:

1. Sugere-se utilizar um veículo maior para armazenar as caixas e ferramentas de campo.
2. Recomenda-se melhorar a empunhadura da caixa para o transporte manual.
3. Recomenda-se acrescentar alças para auxílio no carregamento em dupla, mesmo em terrenos acidentados.
4. Recomenda-se acrescentar pés na caixa para diminuir o impacto com a caixa e o solo.
5. Sugere-se organizar a câmara úmida para facilitar o acesso em colocar e retirar caixas do local.

Atividade 3 – Para o armazenamento e abertura da caixa no laboratório:

1. Sugere-se limitar o tamanho da caixa em 25x25 cm.
2. Recomenda-se uma forma de possibilitar que o fundo da caixa pudesse permanecer junto a amostra durante todo o período de realização dos ensaios.

3. Recomenda-se que as laterais da caixa sejam separadas do fundo para facilitar a abertura.
4. Sugere-se utilizar apenas parafusos para fechar a caixa (evitar pregos).
5. Sugere-se uma forma adequada de posicionar a madeira (partes da caixa) corretamente.
6. Sugere-se não utilizar parafusos, pois não fecham direito a caixa e é difícil retirá-los.
7. Sugere-se utilizar uma madeira lixada para evitar farpas.
8. Recomenda-se organizar a câmara úmida de forma a evitar a movimentação da caixa dentro da câmara úmida.
9. Sugere-se aumentar o espaço da câmara úmida para obter uma área de trabalho livre.
10. Sugere-se alças emborrachadas na caixa para auxílio da movimentação.
11. Sugere-se uma mesa pantográfica para elevação da amostra até a bancada.
12. Sugere-se uma bancada com regulagem de altura.
13. Sugere-se um carrinho para o transporte da amostra.

Com base no que foi apresenta até o momento foi possível elencar as seguintes premissas para a projeto da nova caixa:

- Sobre os **materiais aplicados ao produto**:

Concluiu-se com que a madeira, habitualmente já empregada, possui uma grande vantagem em relação aos demais materiais, pelo baixo custo e a não necessidade de mão de obra especializa. Contudo, o polietileno com espessura e peso próximo do peso da madeira, além da baixa manutenção e ótima resistência a água - o que aumenta a sua durabilidade, poderia ser utilizado, apesar do custo elevado. O aço, alumínio e a fibra de vidro, são materiais que possuem alto custo e peso acima do peso da caixa de madeira, não sendo materiais adequados para substituir a caixa existente. O material fibra de carbono tem destaque no baixo peso, entretanto, o custo elevado e a mão de obra especializada inviabilizam a sua utilização.

- Sobre o **dimensionamento da caixa:**

Quanto às dimensões da caixa, os laboratoristas informaram que já trabalharam com caixas maiores de 50x50 cm e 40x40 cm o que causou desconforto e dificuldades de movimentação, apesar de em caixas maiores se ter material (solo) em quantidade superior à necessária para a execução de todos os ensaios. O solo sobressalente é descartado. Sendo assim, o tamanho da caixa foi reduzido para 25x25x25 cm a fim de diminuir o peso total da caixa mais o solo e ainda proporcionar uma quantidade de solo suficiente para os laboratoristas realizarem os ensaios necessários. Informaram também, que uma dimensão menor de caixa, p. e. 20x20 cm, a quantidade de solo seria mínima não possibilitando refazer algum ensaio, caso necessário ou solicitado pelo cliente, portanto, atuariam sem margem para erros, o que proporcionaria mais estresse.

Sendo assim, estuda-se a possibilidade de coletar um bloco de solo de 23x23x23 cm de dimensões para obter solo adequado aos ensaios, e uma caixa de 25x25x25 cm para acomodar o solo, pano de algodão, parafina e serragem.

- Sobre o **transporte da caixa:**

Para que o transporte da caixa de forma ocorra de forma mais adequada, os próprios laboratoristas sugeriram alças emborrachadas que permitissem o carregamento em dupla, além de pés para apoio. Alças flexíveis revestidas de borracha e em laterais opostas fixadas na caixa possibilitariam o carregamento em duas pessoas, tanto no campo quanto no laboratório.

- Sobre a **abertura e fechamento da caixa:**

Para a abertura da caixa é necessário um material de fácil manuseio como a madeira e o polietileno. Sugere-se a substituição dos parafusos, removíveis a cada coleta, por cintas e presilhas que permitam a fixação na caixa e sua abertura. Identificou-se a necessidade de uma sequência específica para abrir a caixa e preservar a amostra, iniciando o desmonte da caixa pelas laterais e tampa, e por último, o fundo. Portanto, treinamento e instruções junto com a equipe de campo e os laboratoriais, já que uma equipe (de campo) monta a caixa, e os laboratoristas (no laboratório) abrem a caixa e desmontam-na seria de extrema valia, pois atuam na mesma amostra de solo, mas em momentos e com objetivos diferentes. As presilhas que fixam as partes da caixa juntas, também, devem proporcionar a abertura com

início pelas laterais e topo, permitindo que o fundo permaneça junto com a amostra de solo até finalizarem os ensaios.

- Sobre a **identificação da amostra**:

A identificação da amostra é peça fundamental durante a realização dos ensaios para os laboratoristas não perderem ou confundirem o solo/amostras. Recomenda-se uma identificação dupla, isto é, numa lateral e na tampa para confirmação. A identificação precisa estar dentro de plástico transparente e rígido, com o objetivo de facilitar a visualização e proteger a informação da água/umidade da câmara úmida.

4.3.2 Etapa 3: Criação

A partir dos resultados dos levantamentos e análises conduzidos na pesquisa, foi elaborada uma lista de requisitos e parâmetros para o projeto de uma nova caixa, indicando possíveis adequações e ajustes no processo atual, para otimização da atividade. O Quadro 08 apresenta os requisitos e parâmetros do projeto pelas seguintes categorias: estrutural, ergonômica, segurança, econômica, estética, funcional e normativa. O Quadro ainda apresenta uma ordem de prioridade para atendimento aos requisitos listados, entre: baixa, média, alta e obrigatória.

Quadro 08 – Requisitos e parâmetros do projeto

Categoria	Requisito	Parâmetro	Prioridade
Estrutural	Proporcionar maior durabilidade e baixa manutenção, para viabilizar a continuidade do uso da caixa	Utilizar material economicamente viável de alta durabilidade e baixa manutenção, como a madeira. Análise de novos materiais para a caixa.	Alta
Biomecânico e Antropométrico	Reduzir o peso da caixa	Reduzir e limitar as dimensões da caixa de coleta para 25x25 centímetros.	Alta
	Possibilitar o carregamento por duas pessoas	Utilizar alças emborrachadas em lados paralelos da caixa.	Alta
	Possibilitar uma maior facilidade no manuseio, montagem e desmontagem da Caixa	Utilizar de fechos práticos e rápidos com partes de encaixes intuitivos.	Alta
Segurança	Proteger a amostra	Utilizar material resistente e rígido.	Obrigatória

	Proteger o usuário ao utilizar a caixa	Utilizar material acabado, sem rebarbas ou parafusos, possibilitando aberturas em partes da caixa.	Alta
Econômica	Possibilitar a produção da caixa com custo baixo	Utilizar materiais de uso simples e corriqueiros, como a madeira.	Média
Estética	Transmitir a identidade da empresa	Logotipos estampadas na caixa, cores de identificação da empresa.	Baixa
Funcional	Permitir manter as condições e características originais do solo	Utilizando material da caixa impermeável, e que no fechamento da caixa não tenha frestas abertas. Permitir que entre o solo e a caixa caiba a amostra revestida com parafina e a serragem, através da dimensão da caixa de 25x25 cm.	Obrigatória
	Ter quantidade de solo adequada para realizar os ensaios	A caixa deve ter as dimensões mínimas de 25x25 centímetros.	Alta
Normativa	Atender as normas pertinentes	NBR 6457 (2016), NBR 16867 (2020), ASTM D3080 (2014)	Obrigatória

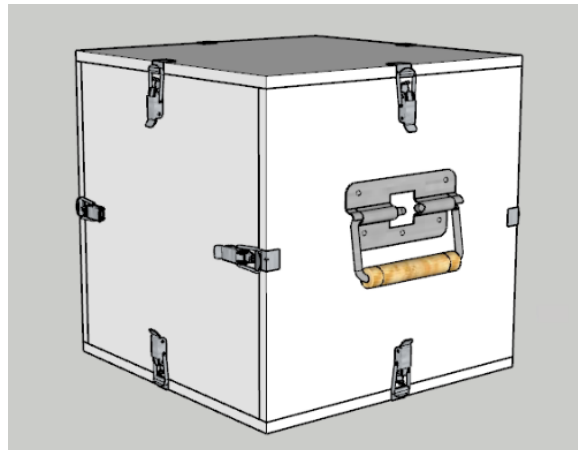
Fonte: A autora (2024).

A partir dos requisitos e parâmetros apresentados, foram desenvolvidas duas alternativas de caixa para análise e atendimento das necessidades das atividades estudadas, seguindo a lista de requisitos elaborada.

• **Modelo 1**

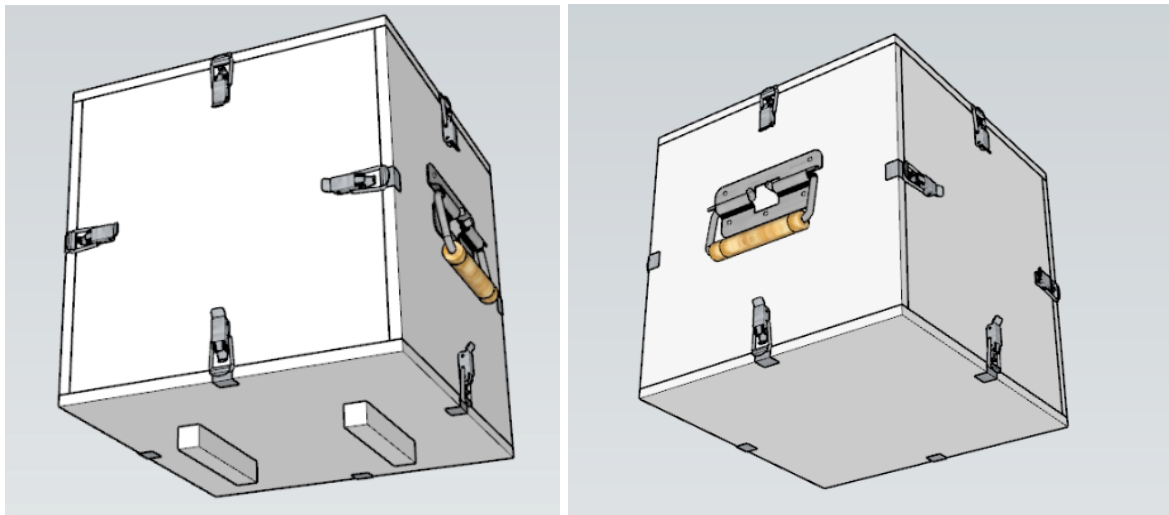
O modelo 1 proposto, apresenta todas as suas faces móveis, presas por fecho de pressão e com alças laterais. Há a opção de com o ou sem pés de apoio. As alças laterais encontram-se nas laterais maiores e opostas para permitir o carregamento em dupla, e com revestimento em madeira, conforme as Figuras 22, 23 e 24. O modelo pode ser construído de madeira ou polietileno com dimensões externas de 25x25x25cm e material de 1 cm de espessura.

Figura 22 – Perspectiva da caixa



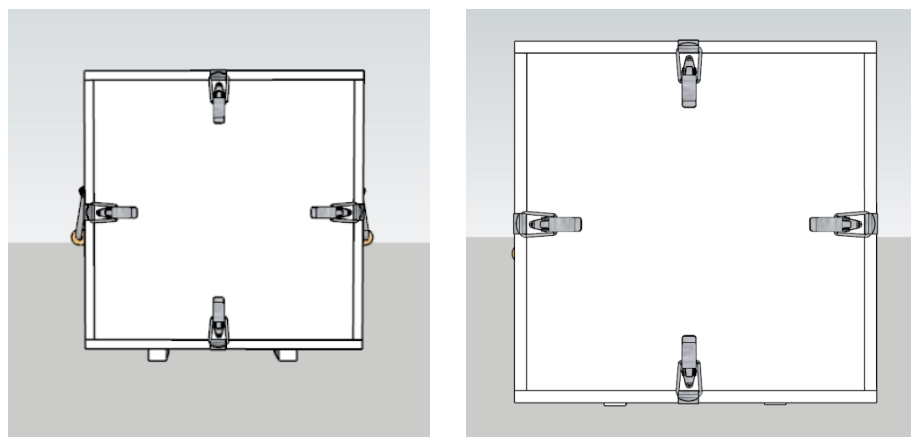
Fonte: Autora (2024).

Figura 23 – Opções com ou sem pés de apoio



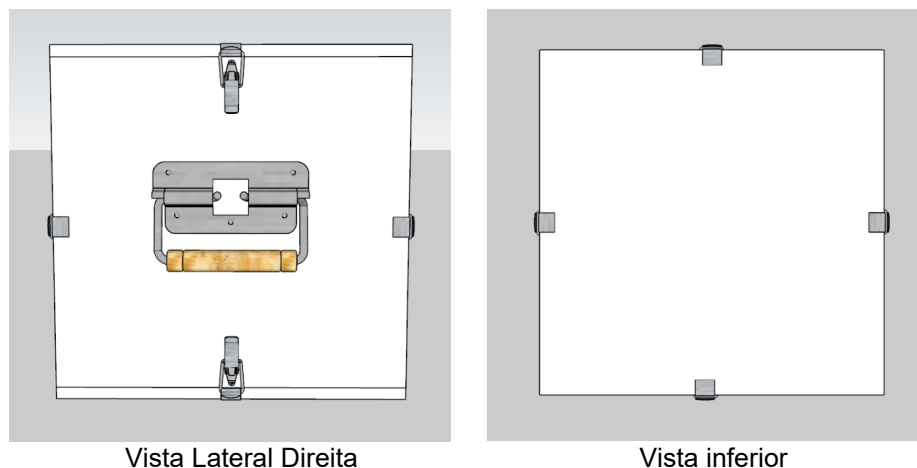
Fonte: Autora (2024).

Figura 24 – Vistas ortogonais da caixa



Vista Frontal

Vista Lateral Esquerda

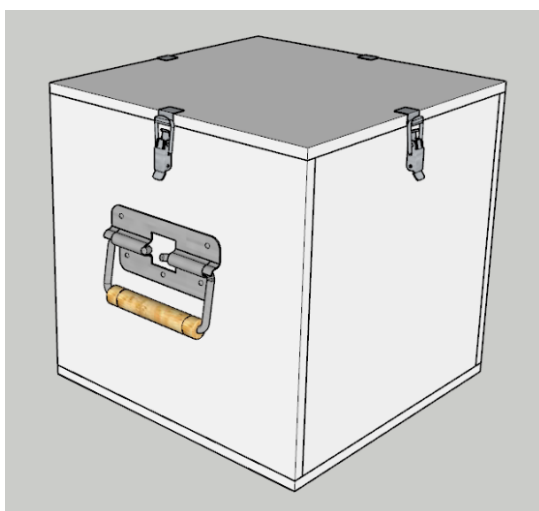


Fonte: Autora (2024).

• Modelo 2

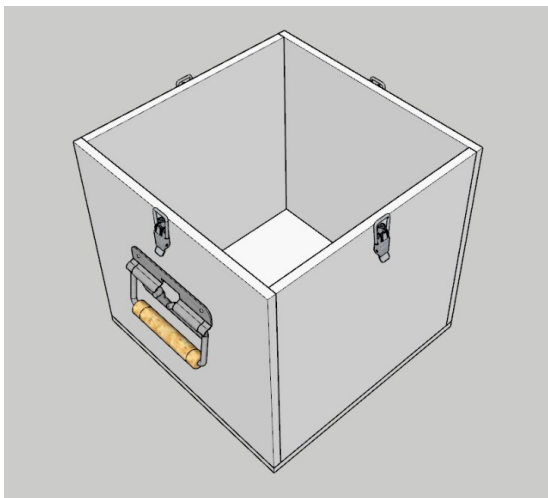
No modelo 2 todas as suas faces laterais e posterior (fundo) devem ser presas, primeiramente, por parafusos. E para a opção de polietileno é necessária mão de obra especializada para produzir uma única peça (laterais e fundo). Nesta opção apenas a tampa é removível, portanto, no laboratório para a execução dos ensaios, toda a amostra é visualizada igualmente e de uma única vez. Além disso, há fecho de pressão para o fechamento da tampa e alças para o carregamento de acordo com as Figuras 25 e 26, a seguir. Esta caixa pode ser construída de madeira ou polietileno com dimensões internas de 25x25x25cm e material com 1 cm de espessura.

Figura 25 – Perspectiva da caixa, peça única, apenas a tampa é removível



Fonte: Autora (2024).

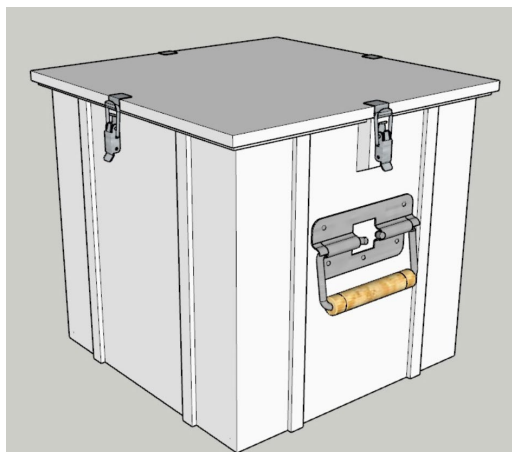
Figura 26 – Perspectiva da caixa sem a tampa. Laterais e fundo constituem uma única peça



Fonte: Autora (2024).

Para a opção da caixa construída em polietileno com laterais e fundo sendo uma única peça, as laterais podem necessitar de tiras de reforço, podendo ou não diminuir a espessura do material. Sugere-se uma tampa com fixação por fechos de pressão e ou cintas de amarração com catraca de pressão, conforme demonstra a Figura 27.

Figura 27 – Perspectiva da caixa em polietileno. Laterais e fundo constituem uma única peça



Fonte: Autora (2024).

Destaca-se que tanto na modelo 1 quanto no Modelo 2 a caixa possui fechos de pressão com o objetivo de eliminar os parafusos para facilitar o fechamento e abertura da caixa.

Em ambas as alternativas há alças revestidas com material confortável, podendo ser madeira ou borracha, desde que não esquite ao sol. Contudo, as alças

prejudicam o embalo da caixa com o plástico tipo filme (“*stretch*”). O plástico filme tem a função de evitar a perda de umidade da amostra, para tanto sugere-se um acabamento em todas as laterais com uma borracha de vedação – ou apenas na tampa, para o modelo 2, para que a borracha vede a caixa impedindo trocas de ar.

4.4 MOMENTO 3: IMPLEMENTAÇÃO

Neste momento foram atingidas as seguintes etapas do GODP:

- Etapa 4 Execução;
- Etapa 5 Viabilização; e
- Etapa 6 Verificação Final.

4.4.1 Etapa 4: Execução

Para a produção das caixas (protótipos), para posterior condução dos testes, foram utilizados madeira com tratamento naval, alças metálicas com mola e fechos de pressão. Ambas as caixas foram produzidas na própria empresa, com as madeiras navais já existentes, e os demais componentes foram adquiridos.

A caixa Modelo 1 (Figura 28) possui os seguintes itens:

- a) Seis peças quadradas de madeira.
- b) Doze fechos de pressão distribuídos igualmente pelas peças de madeira.
- c) Duas alças laterais com mola e fim de curso.

Figura 28 – Caixa produzida - Modelo 1



Fonte: Autora (2024).

A caixa Modelo 2 (Figura 29) possui os seguintes itens:

- Cinco peças quadradas de madeira, com quatro lados e fundo parafusados.
- Uma tampa de madeira com quatro fechos de pressão.
- Duas alças laterais com mola e fim de curso.

Figura 29 – Caixa produzida - Modelo 2



Fonte: Autora (2024).

A Tabela 04 demonstra os custos obtidos para a produção de cada modelo, podendo observar que o Modelo 1 da caixa é 24% mais caro que o Modelo 2.

Tabela 04 – Custos para fabricação dos modelos

Item	Unidade	Modelo 1		Modelo 2	
		Quantidade	Valor Total	Quantidade	Valor Total
Madeira	und	6	R\$ 100,00	6	R\$ 100,00
Alças laterais	und	2	R\$ 33,41	2	R\$ 33,41
Fechos de pressão	und	12	R\$ 76,92	4	R\$ 25,64
		TOTAL Modelo 1	R\$ 210,33	TOTAL Modelo 2	R\$ 159,05

Fonte: Autora (2024).

4.4.2 Etapa 5: Viabilização

Ambas as caixas foram testadas em situações reais, tanto em campo como no laboratório. Sendo aplicado o teste de usabilidade com pelo menos uma pessoa em cada situação.

- **Modelo 1:** caixa com todas as suas faces removíveis por meios dos fechos de pressão, Figura 30.

A Figura 30 demonstra o modelo 1 em campo.

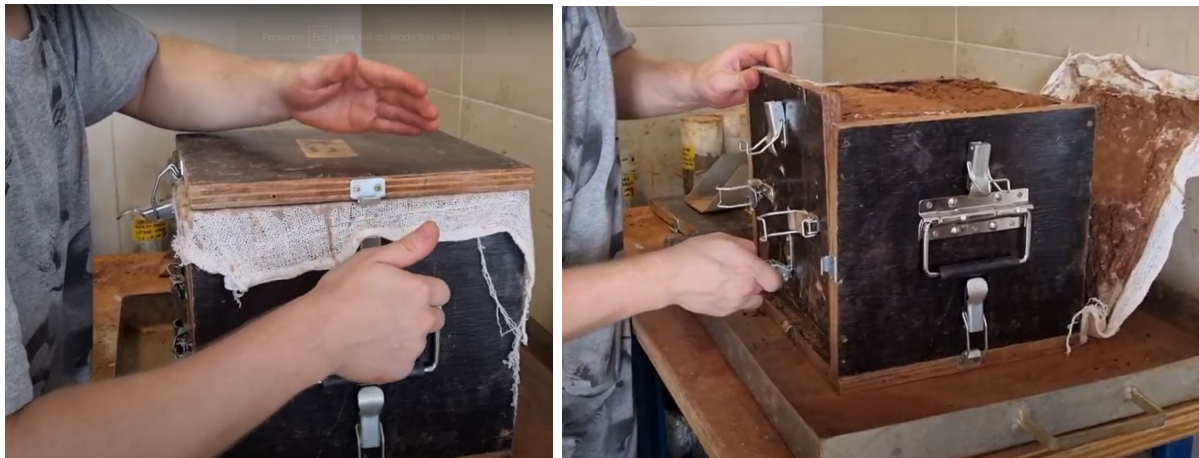
Figura 30 – Modelo 1 da caixa em campo



Fonte: Autora (2024).

A Figura 31 demonstra a abertura da caixa pelo laboratorista no laboratório para ensaiar o solo.

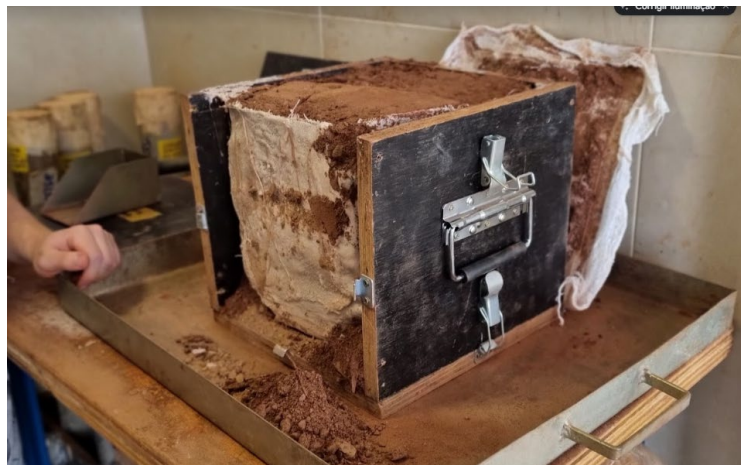
Figura 31 – Abertura da caixa no laboratório, manualmente, apenas soltando os fechos de pressão – Modelo 1



Fonte: Autora (2024).

Como toda a lateral da caixa possui fechos de pressão, nas quais são simples a sua abertura, cada lateral da caixa pode ser aberta individualmente, proporcionando flexibilidade para o laboratorista e proteção da amostra de solo, como demonstrado nas Figuras 32 e 33.

Figura 32 – Possibilidade de abrir apenas uma lateral da caixa para a execução dos ensaios



Fonte: Autora (2024).

Figura 33 – Possibilidade de abrir quantas faces forem necessárias para a execução de ensaios



Fonte: Autora (2024).

- **Modelo 2:** caixa com apenas a tampa removível por meios dos fechos de pressão.

A Figura 34 demonstra a caixa (Modelo 2) em campo, com apenas a tampa removível. As demais faces da caixa foram parafusadas, e não devem ser abertas.

Figura 34 – Amostra coletada em campo e na banca do laboratório – modelo 2



Fonte: Autora (2024).

A Figura 35 demonstra a caixa na bancada de trabalho no laboratório. Observa-se que a caixa está de ponta cabeça, para ao abrir os fechos de pressão, a caixa ser retirada da amostra na sua totalidade. A tampa permanece com a amostra, sendo o novo fundo da caixa.

Figura 35 – Abertura da caixa no laboratório em bancada e em bandeja para preservar o solo



Fonte: Autora (2024).

Destaca-se o uso de alças com mola e final de curso, a fim de proteger as mãos dos operadores de campo e laboratoristas. A mola obriga a alça permanecer junto ao corpo da caixa, o que facilita o transporte dentro do veículo, uma vez que economiza espaço. E o final de curso na alça é importante para evitar o esmagamento das mãos do operador ao transportar a caixa.

As alças estão dispostas nas laterais opostas e no lado maior da caixa, o que também permite o carregamento da caixa em duas pessoas. A alça com mola e final

de curso, a mola permite que a alça fique sempre justa ao corpo da caixa, e o fim de curso evita que a mão do operador seja esmagada como indicado na Figura 35.

Na Figura 36 é possível visualizar os laboratoristas abrindo a caixa no laboratório, contudo, como as laterais da caixa estão parafusadas foram necessárias duas pessoas para retirar a caixa da amostra. Uma pessoa segurou a amostra de solo na bandeja, e a outra ergueu a caixa.

Figura 36 – Abertura da caixa em duas pessoas no laboratório



Fonte: Autora (2024).

Como a amostra em campo é protegida com parafina, tecido e colocado serragem dentro da caixa, durante a atividade demonstrada na Figura 36, encontrou-se certa resistência para retirar a caixa, necessitando ser realizada em duas pessoas. Dificuldade esta que não impediu a conclusão da atividade.

A amostra retirada da caixa, apenas apoiada na tampa de fundo, é demonstrada na Figura 37. Houve dificuldade de colocar a amostra de volta na caixa de madeira, sendo a tampa a única abertura, pois a amostra após ensaiada perde-se o formato cúbico, dificultando o seu retorno à caixa.

Figura 37 – Amostra de solo totalmente fora da caixa



Fonte: Autora (2024).

Acrescenta-se ainda que no teste foi fornecido ferramentas como a vanca com um cabo mais curto, a fim de facilitar em campo a atividade de esculpir a amostra de solo. Obteve-se como resposta a aprovação da nova ferramenta, conforme Figura 38, a seguir:

Figura 38 – Utilização de vanca com um cabo de 40 cm para facilitar o operador a esculpir o bloco de solo



Fonte: Autora (2024).

A partir dos testes, obtiveram-se os seguintes resultados com o teste dos modelos da caixa em campo e no laboratório a partir da Lista de requisitos e parâmetros e aplicando-se, pela própria autora, uma nota de 0 a 10 para cada categoria, conforme apresenta a Tabela 05.

Tabela 05 – Requisitos e parâmetros do projeto

Categoria	Requisito	Parâmetro	Prioridade	Modelo 1	Modelo 2
Estrutural	Proporcionar maior durabilidade e baixa manutenção, para viabilizar a continuidade do uso da caixa	Material economicamente viável de alta durabilidade e baixa manutenção, como a madeira. Análise de novos materiais para a caixa.	Alta	10	10
	Reduzir o peso da caixa	Reduzir e limitar as dimensões da caixa de coleta para 25x25 centímetros.	Alta	8	8
Ergonômico	Possibilitar o carregamento em duas pessoas	Utilização de alças emborrachadas em lados paralelos da caixa	Alta	10	10

Segurança	Proteger a amostra	Para proteção da amostra utilizar material resistente e rígido.	Obrigatório	10	10
	Proteger o usuário ao utilizar a caixa	Utilizar material acabado, sem rebarbas ou parafusos, possibilitando aberturas em partes da caixa	Alta	9	8
Econômica	Possibilitar a produção da caixa com custo baixo	Utilização de materiais de uso simples e corriqueiros, como a madeira.	Média	10	10
Usabilidade	Possibilitar uma maior facilidade no manuseio, montagem e desmontagem da caixa	Através da utilização de fechos práticos e rápidos com partes de encaixes intuitivos.	Alta	10	9
Estética	Transmitir a identidade da empresa	Logotipos estampadas na caixa, cores de identificação da empresa	Baixa	0	0
Funcional	Permitir manter as condições e características originais do solo	Utilizando material da caixa impermeável, e que no fechamento da caixa não tenha frestas abertas. Permitir que entre o solo e a caixa caiba a amostra revestida com parafina e a serragem, através da dimensão da caixa de 25x25 cm.	Obrigatório	10	10
	Ter quantidade de solo adequada para realizar os ensaios	A caixa deve ter as dimensões mínimas de 25x25 centímetros.	Alta	10	10
Normativa	Atender as normas pertinentes	NBR 6457 (2016), NBR 16867 (2020), ASTM D3080 (2014)	Obrigatório	10	10
TOTAL (média das notas)				8,82	8,64

Fonte: Autora (2024).

Destacam-se que, as notas de ambas as caixas estão acima de 8, indicando o atendimento tanto do Modelo 1 como da caixa do Modelo 2 aos requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto.

Quanto ao teste de usabilidade aplicado em ambas as caixas obtivemos os resultados apresentados, a seguir, no Quadro 09.

Acrescenta-se que o teste foi aplicado somente com uma pessoa em campo e uma pessoa no laboratório.

Quadro 09 – Resultados dos testes in loco com as caixas Modelo 1 e 2

Atividade	Item avaliado	Modelo 1	Modelo 2
Coleta de amostra de solo em campo	Eficácia	A atividade foi realizada e concluída	A atividade foi realizada e concluída
	Eficiência	Não obteve dificuldade.	Não obteve dificuldade
		Pontos positivo: Fácil carregamento quando a caixa está vazia. Fechamento da caixa simples, apenas com a mão. Alças auxiliam no transporte mesmo em terreno íngreme.	Ponto positivo: Fácil carregamento quando a caixa está vazia. Fechamento da caixa simples, apenas com a mão. Alças auxiliam no transporte mesmo em terreno íngreme. Estrutura da caixa firme, pois apenas a tampa é removível.
		Ponto negativo: caixa com “jogo” nas peças laterais, por ter todas as partes demonstráveis.	Ponto negativo: a tampa só possui uma posição de encaixe correta pela necessidade de coincidir os fechos de pressão com o apoio do fecho para travá-lo.
	Satisfação	Questionário SUS: nota 87,5	Questionário SUS: nota 92,5
Transporte da amostra entre o Campo e o Laboratório	Eficácia	A atividade foi realizada e concluída	A atividade foi realizada e concluída
	Eficiência	Não obteve dificuldade.	Não obteve dificuldade
		Pontos positivo: Alças auxiliam no transporte e retirada da caixa de dentro do porta-malas do veículo.	Pontos positivo: Alças auxiliam no transporte e retirada da caixa de dentro do porta-malas do veículo.
		Ponto negativo: não encontrado	Ponto negativo: não encontrado
	Satisfação	Questionário SUS: nota 95	Questionário SUS: nota 95
Armazenamento da amostra de solo no Laboratório	Eficácia	A atividade foi realizada e concluída	A atividade foi realizada e concluída
	Eficiência	Não obteve dificuldade.	Não obteve dificuldade
		Pontos positivo: Alças auxiliam no transporte da caixa da câmara úmida até a bancada de trabalho. Abertura da caixa de forma simples, apenas com a mão, sem necessidade de aplicação de força. Possibilidade de abrir apenas 1 ou 2 faces da caixa, apenas soltando o fecho de pressão,	Pontos positivo: Alças auxiliam no transporte da caixa da câmara úmida até a bancada de trabalho. Abertura da caixa de forma simples, somente pela tampa. Necessidade de retirar toda a amostra da caixa para iniciar os ensaios.

		preservando a amostra. Facilidade de fechar a amostra dentro da caixa novamente.	
		Ponto negativo: dificuldade em remontar as faces abertas da caixa, casando os fechos de pressão.	Ponto negativo: dificuldade de retirar a amostra da caixa, pois apenas a tampa é removível. Virou-se a amostra de ponta cabeça para retirar a caixa puxando a madeira para cima. Dificuldade de colocar a amostra de volta na caixa, pois uma vez ensaiada seu tamanho e formato são alterados.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A partir do questionário SUS aplicado com a caixa existente e com os modelos 1 e 2, foi possível comparar os dados, percebendo-se as seguintes notas e melhoras no novo sistema, demonstrado na Tabela 06.

Tabela 06 – Resultados do teste SUS

Atividade Avaliada	Caixa	
	Modelo 1	Modelo 2
Coleta da amostra em campo	87,5	92,5
Transporte da amostra	95	95
Abertura da caixa da amostra	97,5	87,5

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Quanto ao resultado do SUS, apesar da amostragem reduzida de participantes, ainda assim, foi possível perceber uma melhora nos produtos propostos. Todas as notas ficaram acima de 80 pontos.

Observa-se ainda que, na Tabela 05 o modelo de caixa número 2, aquela que apenas a tampa está solta da caixa, teve uma melhor satisfação em campo. Pois, como ponto negativo encontrado no Modelo 1, foi o “jogo” entre todas as faces da caixa, por terem suas partes móveis.

Para o transporte da amostra, tanto o modelo 1 quanto o 2 obtiveram as mesmas notas.

No laboratório, a atividade avaliada de abertura da caixa, teve melhor satisfação a caixa de Modelo número 1, uma vez que todas as suas faces são móveis a sua abertura parcial é possibilitada, garantindo maior flexibilidade.

Sendo assim, apesar da proximidade das notas obtidas com os testes, o Modelo 1 de caixa obteve melhores resultados.

4.4.3 Etapa (6): Verificação final

Para cumprir a última etapa do Método GODP a de número 6, Verificação Final, se faz necessário uma análise contínua do uso da nova caixa, tanto os modelos 1 quanto o 2 para verificarmos a longo prazo os impactos da caixa na atividade.

É necessário também verificarmos, com a utilização das caixas por um maior período, a sua durabilidade e necessidade de manutenção, bem como a utilização dos usuários por mais tempo.

Nesta etapa também é possível indicarmos novas oportunidade e melhorias no desenvolvimento do produto, principalmente, com relação à sustentabilidade.

As caixas sendo de madeira, após o término da sua vida útil, podem ser restauradas para outras utilizações em objetos de madeira, bem como reciclada, inclusive, podendo ser reutilizada em formato de serragem, para acondicionar novas amostras de solo parafinadas dentro de novas caixas de madeira, garantido a retroalimentação do percurso em design, abordado pelo GODP.

Como ciclo de vida, a caixa proposta, teria o aproveitamento em campo na coleta, no transporte e no armazenamento da amostra de solo, para ao final de sua vida útil, poder ser reutilizada como caixa para armazenamento de ferramentas, por exemplo, reaproveitada como serragem para novas coletas, ou mesmo reciclada através do destino, em pontos de coleta.

Portanto, a caixa de madeira foi o material, predominantemente, selecionado para a construção do modelo proposto.

Como grande vantagem em relação as caixas utilizadas, a caixa proposta atende as demandas em campo, principalmente, sobre o peso em si e a empunhadura do produto, garantindo um ganho em questões ergonômicas.

No laboratório, a caixa proposta, facilita os movimentos dentro da câmara úmida – pelas alças, e durante a abertura da caixa, por não ter a necessidade de tirar/por parafusos a cada coleta, sendo seu fechamento por fechos de pressão, evita-se:

- a. A utilização de outras ferramentas (parafusadeira, jogo de chaves).

- b. A utilização de pregos e/ou parafusos que machucam os Laboratoristas e estragam a madeira (pelos buracos que os parafusos e pregos fazem na madeira).
- c. Fechamento inadequado da caixa da amostra.

Além disso, proporcionam:

- a. Abertura da caixa de forma ágil, sem danificar a amostra.
- b. A amostra mantém-se preservada, durante a abertura e fechamento da caixa.
- c. Maior durabilidade da caixa.
- d. Possibilidade de qualquer pessoa abrir a amostra, independente da estrutura física e força adquirida.

Os itens esclarecidos acima proporcionam a otimização do produto abordado nesta pesquisa, ao melhorarem a eficiência e eficácia, mesmo havendo um aumento do custo, este é compensado pela maior durabilidade e tempo ganho na atividade.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo principal otimizar o processo de coleta, armazenamento e o transporte de amostras indeformadas de solo por meio do estudo detalhado do processo utilizado e da proposição de um novo sistema.

Considerando a pergunta norteadora deste estudo sobre se o sistema atual de armazenamento e transporte de amostras de solo é um dos responsáveis por causar constrangimentos ergonômicos acidentes e/ou desconforto físico nos trabalhadores envolvidos na atividade, o desenvolvimento do novo sistema alinhado aos objetivos específicos desta pesquisa foram respondidos.

O sistema proposto abordou a caixa utilizada no processo por ser um item em comum entre as três atividades estudadas. A caixa é utilizada na coleta da amostra, no transporte e no seu armazenamento no laboratório, por diferentes pessoas, ambientes e atividades.

A motivação para desenvolvimento desta pesquisa partiu da necessidade de melhorar a forma de acondicionamento da amostra para preservar as condições originais do solo para os ensaios e para garantir melhores condições ergonômicas nas três atividades avaliadas.

A fim de evitar o desperdício de solo da amostra, por esta não ser bem armazenada durante o seu transporte, ou mesmo questões relacionadas ao peso da caixa mais o solo, recomendações tanto para o processo quanto para a caixa foram abordadas.

Este estudo proporcionou a experiência de aplicar uma pesquisa em uma situação real, com uma problemática real. O que garantiu o contato com os três itens do Bloco de Referência do GODP, o produto, o usuário e o contexto. Todo o Bloco de Referência foi trabalhado e estudado em conjunto.

Como recomendações este estudo, em termos gerais, destacou alguns itens importantes para cada atividade avaliada, relativas às ferramentas e moldes utilizados durante o processo. Além destas recomendações, a equipe ressaltou a importância do trabalho na sombra, com vestimentas adequadas ao clima e acesso a água potável fresca.

Para o desenvolvimento da nova caixa, a fim de atingir a melhoria no sistema como um todo, a complexidade maior foi, por meio de um único produto, atender as necessidades de três atividades diferentes, executadas por pessoas diferentes em

momentos e contextos diferentes. Para tanto, foram desenvolvidos dois modelos de caixa nesta pesquisa e testadas em campo.

Durante o teste das caixas propostas percebeu-se ainda, a necessidade de treinar a equipe para usá-las, para que se sentissem mais confiantes com o novo sistema ainda em teste.

Destaca-se ainda, a sugestão de testar os modelos de caixa com outros materiais além da madeira, para verificar a durabilidade e manutenção a longo prazo.

Conclui-se, ainda, que é importante realizar alguns ajustes na caixa Modelo 1, na qual todas as suas partes são removíveis, para manter a flexibilidade no laboratório durante a abertura da caixa, mas ainda, garantir a rigidez de sua estrutura em campo.

Portanto, mais testes deverão ser feitos para atingirmos uma caixa que atenda as três atividades, de coleta, transporte e armazenamento, e, em dois locais diferentes, no campo e no laboratório.

Salienta-se ainda que a parte estética da caixa proposta, por não ser o foco desta pesquisa, não foi abordada, contudo sabe-se que, uma estética atrativa e que expresse a identidade da empresa é uma oportunidade para estudos futuros.

Algumas dificuldades foram encontradas durante a pesquisa, principalmente, com o teste das novas caixas. A se destacar a dificuldade encontrada durante a pesquisa que, em si tratando de situações reais, em relação à disponibilidade dos usuários em responder a pesquisa relacionadas a demanda da atividade. Principalmente, com relação a coleta de solo em campo, pois não se trata de uma atividade desenvolvida diariamente, causando muitas variabilidades. Em contrapartida, pela pesquisa ser desenvolvida no mesmo local de trabalho, o contato diário com os usuários, produtos e contexto foi enriquecedor.

Em função da dificuldade relatada, infelizmente, no teste com as novas caixas os formulários de campo foram aplicados somente, com uma pessoa em cada atividade, reduzindo assim, para uma amostra bem reduzida em relação aos testes iniciais da pesquisa. Portanto, recomenda-se a aplicação dos testes com os mesmos participantes da etapa inicial da pesquisa.

Uma outra dificuldade referiu-se à Etapa 6 de Verificação Final do GODP. A mesma foi abordada previamente, e as caixas não foram estudadas a longo prazo, visto que estas ações demandariam um tempo de acompanhamento e testes maior do que o que é possível dentro do tempo previsto para a conclusão do Mestrado. Contudo, recomenda-se que tais ações sejam conduzidas pela empresa.

Diante do exposto, e apesar dos testes que ainda precisam ser realizados/aperfeiçoados pela empresa, ainda assim, todos os objetivos desta pesquisa foram atingidos, concluindo assim, todas os Momentos e Etapas do GODP.

Acrescenta-se que o entusiasmo da equipe ao saber que por meio de um estudo a empresa tinha preocupações e aspirava por melhorias no local de trabalho, proporcionou satisfação para testar as recomendações e sugestões propostas pelos próprios usuários e, assim, concluir esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ACIOLY, A. S. G. A realidade aumentada como ferramenta para orientação de uso e segurança em embalagens. Recife, 2016.
- ANAMT, 2017. Associação Nacional de Medicina do Trabalho. **Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho** Disponível em: [http:// https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/](http://https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/). Acesso em: 11 nov. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6508 - **Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm**. São Paulo, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7180 NBR7180 Solo — **Determinação do limite de plasticidade**. São Paulo, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7182 **Solo - Ensaio de compactação**. São Paulo, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7181 – **Análise granulométrica**. Brasília, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 450001: 2018 – **Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional**. Requisitos e orientações para uso. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9241-11:2021 – **Ergonomia da interação humano-sistema**. Parte 11: Usabilidade: Definições e conceitos. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9604/2016 – **Abertura em poço e ou trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas**. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9895 NBR9895 Solo – **Índice de suporte Califórnia (ISC)**. Brasília, 2017.
- ASTM D3080-04 - **Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions**. Ansi.org. Disponível em: <https://webstore.ansi.org/standards/astm/astmd308004>. Acesso em 15 abr. 2023.
- BECKER, F. **Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos**. [s. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <http://www.marcelo.sabbatini.com/wp-content/uploads/downloads/2012/06/becker-epistemologias.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- BONINI, L. A.; SBRAGIA, R. **O Modelo de Design Thinking como Indutor da Inovação nas Empresas: Um Estudo Empírico**. In: **Revista de Gestão e Projetos**, v. 2, n. 1, p. 03-25, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/gep/article/view/9411>. Acesso em: 20 dez. 2022.

BORTOLON *et al.* **Equipamento para coleta de amostras indeformadas de solo para estudos em condições controladas.** São Paulo, v.1, p. 01-06, 2009.

BROOKE, J. **SUS:** A 'quick and dirty' usability scale. 1996.

BROWN, T. **Change by design:** how design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York: Harper Business, 2009.

CEG ENGENHARIA. Disponível em: <http://www.ceg.eng.br/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional.** Belo Horizonte, MG: Ergo, 2001, 579 p.

COBRAE - **IV Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas.** 2005. Ufba.br. Disponível em: <http://ivcobrae.ufba.br/>. Acesso em: 09 fev. 2023.

CRESWELL, J. 2012. **Projeto de Pesquisa:** Métodos qualitativos, quantitativos e misto, 3.ed. Porto Alegre. Artmed, 2012.

DOURADO, R. **Caixa térmica modular.** Universidade Federal de Campina Grande. v. 01, p. 1-62, 2010.

FRASER, H. 2012. **Design para negócios na prática:** como gerar inovação e crescimento nas empresas aplicando o *business design*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

FUNDACENTRO. **Levantamento e transporte manual de pesos.** São Paulo: Fundacentro; 2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas em pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2022.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia – Adaptando o Trabalho ao Homem.** 5. ed., Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 2004.

HUSSERL, E. **Aufsätze und Vorträge:** 1911-1921. Dordrecht, Nederland: Martinus Nijhoff, 1900.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia:** Projeto e produção. 3 ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2016.

JORDAN, P. W. **An introduction to Usability.** London: Taylor & Francis, 1998.

LEIGH, J.P.; ROBBINS JA. Occupational disease and worker's compensation: coverage, costs, and consequences. *Milbank Q* 2004; 82(4):689- 721.

LEWIS, J. R.; SAURO, J. The Factor Structure of the System Usability Scale. *In: Human Centered Design.* Proceedings First International Conference, HCD 2009, Held as Part of HCI International 2009. Masaaki Kurosu (Eds). San Diego, CA, USA, July, 2009. Disponível em

http://www.measuringu.com/papers/Lewis_Sauro_HCII2009.pdf. Acesso em: 25 mar 2024.

LIEDTKA, J. Learning to use design thinking tools for successful innovation. *In: Strategy & Leadership*, v. 39, n. 5, p. 13-19. New Jersey – EUA, 2012.

LÖBACH, B. Design Industrial. **Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LOWDERMILK, T. **Design Centrado no Usuário**. Novatec Editora, 2013.

MACEDO, M. A.; MIGUEL, P. A. C.; CASROTTTO FILHO, N. A caracterização do design thinking como um modelo de inovação. *In: Review of Administration and Innovation - RAI*, v. 12, n. 3, p. 157, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809203916300961>. Acesso em: 19 nov. 2022.

MAGALHÃES, P.S.G. Dinâmica de solos. *In: CORTEZ, L.A.B. & MAGALHÃES, P.S.G. Introdução à engenharia agrícola*. 2.ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 10993. 393p. (Série Manuais).

MASSAD, F. **Mecânica dos solos experimental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Mecanica-dos-solos-experimental_DEG.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2023.

MERINO, G. S. A. D. **Metodologia para a prática projetual do design**: com base no projeto centrado no usuário e com ênfase no design universal. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

MERINO, G. S. A. D. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos**: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **NR 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS e GERENCIAMENTO DE RISCO**. Disponível em: < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr1.htm> >. Acesso em: 23 out. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **NR 17 – Ergonomia**. Disponível em: < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm> >. Acesso em 23 out. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual da aplicação da norma regulamentadora nº 17**. 2.ed. Brasília: MTE, SIT, 2002.

MONTEIRO, I. A. C. **Movimentação Manual de Cargas**: Impacto nos Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal, 2014.

MORAES, D. A. Foletto de Prova: instrumento avaliativo a serviço do ensino e da aprendizagem. *In: Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v.22, n.49, p.233-258, maio/ago. 2011.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/index.htm>. Acesso em 15 fev. 2023.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica**: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

PIOVESAN, F. Ações afirmativas no Brasil: desafios e perspectivas. *In: Revista Estudos*, v. 16, n. 3, p. 887-896, 1994.

PORTARIA MTP Nº 4.219, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2022, Disponível em: <<https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mtp-n-4.219-de-20-de-dezembro-de-2022-452780351>>. Acesso em 20 mar. 2023.

RASCH, L.; BURKE, F. **Cinesiologia aplicada**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.

SANDERS, A. **Preparation and Shipment of Undisturbed Core Soil Samples**. 1973.

SIQUEIRA, O. A. G. et al. Metodologia de Projetos em Design, *Design Thinking* e Metodologia Ergonômica: convergência metodológica no desenvolvimento de soluções em Design. *In: Cadernos UniFOA* - Centro Universitário de Volta Redonda Fundação Oswaldo Aranha, Ano IX – Edição Especial Design – Rio de Janeiro, 2014. p. 49-66.

SENADO FEDERAL. **Decreto-Lei nº 5452, de 1º de maio de 1943**. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Diário Oficial da União - Seção 1 - 9/8/1943, Página 11937. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm. Acesso em: 11 fev. 2024.

SENADO FEDERAL. **Lei nº 5746, de 12 de agosto de 2005**. Altera o art. 198 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, que dispõe sobre o peso máximo que um trabalho pode remover individualmente. Brasília: Senado Federal, 2005.

SHIMIZU, J. Y. **Movimento de Terra**: Tecnologia da construção de Edifícios I. USP, 2003.

SIMÕES, R. M. S. S. **Análise e Avaliação de Tarefas de Movimentação Manual de Cargas**, 2015.

SULLIVAN, M. Back support mechanisms during manual lifting. *In: Physio Med*, v. 69, p. 38-45, 2009.

TEIXEIRA, F. M. *et al.* Metodologias de pesquisa no ensino de ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. *In: Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, p. 15–33, 2000. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/pesquisa-em-ensino-pos.0242-posensino/teixeira-f.-m.-et-al.-metodologias-de-pesquisa-no-ensino-de-ciencias-na-america-latina-como-pesquisamos-na-decada-de-2000.-ciencia-educacao-v.-19-n.-1-p.-15201333-2013/view>. Acesso em: 10 jul. 2023.

TESTA, L. **Inovações tecnológicas**: estudo teórico empírico de um novo conceito para projeto de UBAG com ênfase em saúde e segurança do trabalho. [Dissertação de Mestrado em Inovações Tecnológicas]. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

APÊNDICE A - MODELO DO FORMULÁRIO DE CAMPO

Você está convidado(a) a responder este formulário de campo. Este constitui parte integrante da pesquisa: **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL - UMA PROPOSTA DE PRODUTO**, tem como objetivo sugerir recomendações para adequações do processo de armazenamento e transporte de amostra indeformada de solo.

A referida pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE conforme Lei nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (Parecer Nº 6.450.220 – 24/10/2023), bem como obteve a anuência da diretoria da empresa. Acrescento que será mantido o sigilo e anonimato das respostas e participantes.

Agradeço cordialmente a sua participação.

Priscilla Garbelim Garcia, priscillagg@gmail.com
Mestranda em Ergonomia da Universidade Federal de Pernambuco UFPE - PPErgo

Profa. Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly
Orientadora

Código do participante:

Data da pesquisa: ____/____/____

DADOS - Sobre Você

1. Idade:
2. Escolaridade:
3. Altura:
4. Peso:
5. Lateralidade: () Destro () Ambidestro () Canhoto
6. Pratica atividade física? () Não () Sim, qual: _____
7. Fuma ou bebe regularmente? () Não () Sim
8. Possui alguma doença crônica? () Não () Sim, qual: _____
9. Toma alguma medicação diariamente? () Não () Sim, qual: _____
10. Sente alguma dor crônica? () Não () Sim, onde: _____
11. Você se ausentou do seu trabalho neste último ano?
() Não () Sim Se sim, por qual(is) motivos:
 - a. De ordem pessoal
 - b. Por questões de saúde relacionadas a sua atividade
 - c. Por questões de saúde não relacionadas a sua atividade
 - d. Outro motivo?
12. Local da residência:
 - a. Transporte entre a residência e o trabalho:
 - b. Tempo de deslocamento entre a residência e o trabalho:

SOBRE A ATIVIDADE**1. Qual função você ocupa?**

- ☐ Laboratorista de solos
☐ Operador contratado para a coleta da amostra de solo
☐ Responsável pelo transporte da caixa.

2. Quanto tempo você trabalha na empresa?**3. Quanto tempo você trabalha nesta função?****4. Qual(is) atividade(s) você desenvolve?**

- ☐ Ensaaios laboratoriais em solos
☐ Escavação e coleta da amostra
☐ Transporte da amostra

5. Quais EPIs você utiliza?

- ☐ Botas ☐ Luvas ☐ Perneira ☐ Protetor solar ☐ Óculos de proteção
☐ Capacete ☐ Protetor auditivo ☐ Avental ☐ Colete refletivo ☐ Uniforme

6. Quais ferramentas você utiliza?

- ☐ Enxada ☐ Martelo ☐ Pincel ☐ Carrinho de mão ☐ Corda ☐ Parafusadeira
☐ Pá ☐ Cavadeira ☐ Fogareiro ☐ Panela ☐ Colher ☐ Faca

7. As ferramentas são adequadas a atividade?

- ☐ Sim, parcialmente ☐ Sim, totalmente ☐ Não

8. Você trabalha em equipe? ☐ Não ☐ Sim, quantas pessoas: _____**9. A atividade é distribuída igualmente na equipe?**

- ☐ Sim, sempre ☐ Sim, às vezes ☐ Nunca

10. Você já sofreu algum incidente/acidente realizando alguma(s) das atividades deste processo? ☐ Não ☐ Sim, relatar: _____**11. Você já se afastou da sua função, em decorrência das atividades desenvolvidas?**

- ☐ Não ☐ Sim, relatar: _____

12. Gostaria de acrescentar mais alguma informação?

APÊNDICE B - MODELO DO FORMULÁRIO DO TESTE DE USABILIDADE

Data da aplicação do teste:

Código do participante:

Horário de Início do teste:

Horário de fim do teste:

Atividade 1: Armazenamento da Amostra Indeformada de Solo
Descrição das atividades realizadas pelos trabalhadores:
Passo 1: Montar a caixa de madeira, com parafusos e parafusadeira, montando os 5 lados
Passo 2: Identificar a amostra (nome e posição) e colocar serragem sobre a amostra
Passo 3: Encaixar a caixa na amostra de solo (de ponta cabeça)
Passo 4: Terminar de soltar a amostra do solo com facão, pá, etc.
Passo 5: Virar a caixa de madeira com a amostra de solo dentro
Passo 6: Acrescentar serragem entre a amostra e a caixa (laterais e topo)
Passo 7: Fechar a caixa de madeira com a tampa, com os parafusos e parafusadeira
Passo 8: Identificar a caixa da amostra com nome e local
Tempo da atividade:
Observações:

EFICÁCIA DE USO

1. Você conseguiu realizar a Atividade 1?
() Sim, totalmente () Sim, parcialmente () Não

EFICIÊNCIA DE USO

2. Após a execução dos trabalhos relacionados ao armazenamento da amostra indeformada de solo, você considerou os procedimentos adequados (Atividade 1)?
() Sim, muito adequados.
() Sim, mas poderiam melhorar.
() Não considero adequados.

3. Caso tenha tido alguma dificuldade na atividade de armazenamento da amostra de solo na caixa, qual foi e por quê? Sugere alguma melhoria?

EFICIÊNCIA DE USO	Muito fácil	Fácil	Neutro	Difícil	Muito difícil
4. Como foi armazenar a amostra indeformada de solo?					
5. Por quê?					

	Armazenar a amostra indeformada de solo
6. Pontos positivos	
7. Pontos negativos	
8. Sugestões	

SATISFAÇÃO DE USO

9. Durante a atividade 1, você sentiu algum desconforto/dor?

() Não () Sim, indique no gráfico a seguir:

Diagrama de dores Corlett e Manenica (1980).

INTENSIDADE																																																																																																																																																
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
Nenhum desconforto ou dor	Algum desconforto ou dor	Moderado desconforto ou dor	Bastante desconforto ou dor	Intolerável desconforto ou dor																																																																																																																																												
LADO DIREITO OMBRO - 2 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> BRAÇO - 4 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COTOVELO - 10 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> ANTEBRAÇO - 12 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PUNHO - 14 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> MÃO - 16 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COXA - 18 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> JOELHO - 20 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PERNA - 22 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> TORNOZELO - 24 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PÉ - 24 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PESCOÇO - 0 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> REGIÃO CERVICAL - 1 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COSTAS - SUPERIOR - 5 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COSTA - MÉDIO - 7 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COSTAS - INFERIOR - 8 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> BACIA - 9 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> LADO ESQUERDO OMBRO - 3 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> BRAÇO - 6 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COTOVELO - 11 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> ANTEBRAÇO - 13 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PUNHO - 15 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> MÃO - 17 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> COXA - 19 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> JOELHO - 21 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PERNA - 23 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> TORNOZELO - 25 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> PÉ - 27 <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												
1	2	3	4	5																																																																																																																																												

Fonte: de Corlett e Manenica (1980).

10. Com que frequência você sente o desconforto/dor indicado? (Caso tenha indicado algum).

() Muito frequente () Frequentemente () Pouco frequente () Raramente () Nunca

11. Sobre a sua satisfação em relação a atividade 1, responda:	Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente
	1	2	3	4	5
1. Eu gostaria de utilizar esses equipamentos com frequência.					
2. Achei os equipamentos desnecessariamente complicado.					
3. Achei o uso dos equipamentos fácil de compreender e usar.					
4. Achei que precisaria de auxílio de outra pessoa para utilizar os equipamentos.					
5. Achei que os equipamentos estão coerentes com as atividades.					
6. Achei que os equipamentos não atendem as necessidades da atividade.					
7. Imagino que os trabalhadores conseguirão utilizar os equipamentos rapidamente.					
8. Achei os equipamentos complicados de usar.					
9. Eu me senti seguro ao utilizar esses equipamentos.					
10. Eu preciso tomar uma série de cuidados para utilizar esses equipamentos.					

Equipamentos = ferramentas e caixa de armazenamento de coleta de solo

12. O quanto você está satisfeito com a realização da atividade de coleta e armazenamento de amostra indeformada de solo										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Atividade 2: Transportar a amostra até o laboratório
Descrição das atividades realizadas pelos trabalhadores
Passo 1: Pegar a caixa fechada com a amostra dentro
Passo 2: Transportar a caixa até o local do veículo estacionado
Passo 3: Colocar a caixa de madeira com a amostra dentro do veículo
Tempo da atividade:
Observações:

EFICÁCIA DE USO

1. Você conseguiu realizar a Atividade 2: Transportar a amostra até o laboratório?
() Sim, totalmente () Sim, parcialmente () Não

EFICIÊNCIA DE USO

2. Após a execução dos trabalhos relacionados ao transportar a amostra até o laboratório (Atividade 2)?

() Sim, muito adequados.

() Sim, mas poderiam melhorar.

() Não considero adequados.

3. Caso tenha tido alguma dificuldade na atividade de transportar a amostra até o laboratório, qual foi e por quê? Sugere alguma melhoria?

EFICIÊNCIA DE USO		Muito fácil	Fácil	Neutro	Difícil	Muito difícil
4. Como foi transportar a amostra até o laboratório?						
5. Por quê?						

	Transportar a amostra até o laboratório
6. Pontos positivos	
7. Pontos negativos	
8. Sugestões	

SATISFAÇÃO DE USO

9. Durante a atividade 2, você sentiu algum desconforto/dor?

() Não () Sim, indique no gráfico a seguir:

Diagrama de dores Corlet e Manenica (1980).

INTENSIDADE				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto ou dor	Algum desconforto ou dor	Moderado desconforto ou dor	Bastante desconforto ou dor	Intolerável desconforto ou dor

LADO DIREITO

OMBRO - 2

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

BRAÇO - 4

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COTOVELO - 10

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

ANTEBRAÇO - 12

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PUNHO - 14

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

MÃO - 16

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COXA - 18

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

JOELHO - 20

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PERNA - 22

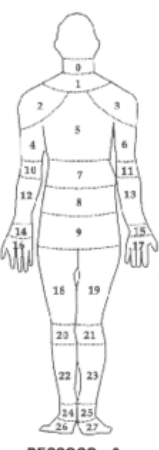
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

TORNOZELO - 24

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PÉ - 24

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



LADO ESQUERDO

OMBRO - 3

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

BRAÇO - 6

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COTOVELO - 11

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

ANTEBRAÇO - 13

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PUNHO - 15

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

MÃO - 17

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COXA - 19

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

JOELHO - 21

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PERNA - 23

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

TORNOZELO - 25

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PÉ - 27

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PESCOÇO - 0

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

REGIÃO CERVICAL - 1

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COSTAS - SUPERIOR - 5

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COSTA - MÉDIO - 7

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COSTAS - INFERIOR - 8

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

BACIA - 9

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fonte: de Corlet e Manenica (1980).

10. Com que frequência você sente o desconforto/dor indicado? (Caso tenha indicado algum).

() Muito frequente () Frequente () Pouco frequente () Raramente () Nunca

11. Sobre a sua satisfação em relação a atividade 2, responda:	Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente
	1	2	3	4	5
1. Eu gostaria de utilizar esses equipamentos com frequência.					
2. Achei os equipamentos desnecessariamente complicado.					
3. Achei o uso dos equipamentos fácil de compreender e usar.					
4. Achei que precisaria de auxílio de outra pessoa para utilizar os equipamentos.					
5. Achei que os equipamentos estão coerentes com as atividades.					

11. Sobre a sua satisfação em relação a atividade 2, responda:	Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente
	1	2	3	4	5
6. Achei que os equipamentos não atendem as necessidades da atividade.					
7. Imagino que os trabalhadores conseguirão utilizar os equipamentos rapidamente.					
8. Achei os equipamentos complicados de usar.					
9. Eu me senti seguro ao utilizar esses equipamentos.					
10. Eu preciso tomar uma série de cuidados para utilizar esses equipamentos.					

12. O quanto você está satisfeito com a realização da atividade de transportar a amostra até o laboratório?										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Atividade 3: Realização dos ensaios laboratoriais com a amostra de solo
Descrição das atividades realizadas pelos trabalhadores
Passo 1: Retirar a caixa com amostra do veículo
Passo 2: Acondicionar a amostra em local determinado
Passo 3: Colocar a caixa da amostra em cima da bancada
Passo 4: Desmontar a caixa de madeira (pelo menos 2 faces)
Passo 5: Retirar a amostra de solo da caixa de madeira
Passo 6: Colocar a amostra de solo na bandeja
Passo 7: Identificar a amostra
Passo 8: Desmontar a caixa de madeira e guardá-la para a próxima coleta
Passo 9: Limpar o local (serragem, resto de parafina, etc.)
Tempo da atividade:
Observações:

EFICÁCIA DE USO

1. Você conseguiu realizar a Atividade 3: Realização dos ensaios laboratoriais com a amostra de solo?

() Sim, totalmente () Sim, parcialmente () Não

EFICIÊNCIA DE USO

2. Após a execução dos trabalhos relacionados à realização dos ensaios laboratoriais com a amostra de solo (Atividade 3)?

() Sim, muito adequados.

() Sim, mas poderiam melhorar.

() Não considero adequados.

3. Caso tenha tido alguma dificuldade na atividade de realizar os ensaios laboratoriais com a amostra de solo, qual foi e por quê? Sugere alguma melhoria?

EFICIÊNCIA DE USO		Muito fácil	Fácil	Neutro	Difícil	Muito difícil
4. Como foi realizar os ensaios laboratoriais com a amostra de solo?						
5. Por quê?						

	Realização dos ensaios laboratoriais com a amostra de solo
6. Pontos positivos	
7. Pontos negativos	
8. Sugestões	

SATISFAÇÃO DE USO

9. Durante a atividade 3, você sentiu algum desconforto/dor?

() Não () Sim, indique no gráfico a seguir:

Diagrama de dores Corlet e Manenica (1980).

INTENSIDADE									
1		2		3		4		5	
Nenhum desconforto ou dor		Algum desconforto ou dor		Moderado desconforto ou dor		Bastante desconforto ou dor		Intolerável desconforto ou dor	

LADO DIREITO

OMBRO - 2

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

BRAÇO - 4

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COTOVELO - 10

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

ANTEBRAÇO - 12

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PUNHO - 14

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

MÃO - 16

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COXA - 18

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

JOELHO - 20

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PERNA - 22

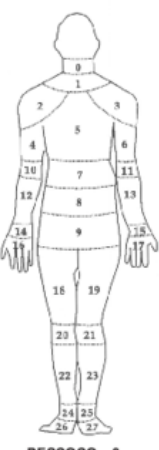
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

TORNOZELO - 24

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PÉ - 24

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



LADO ESQUERDO

OMBRO - 3

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

BRAÇO - 6

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COTOVELO - 11

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

ANTEBRAÇO - 13

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PUNHO - 15

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

MÃO - 17

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COXA - 19

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

JOELHO - 21

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PERNA - 23

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

TORNOZELO - 25

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PÉ - 27

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PESCOÇO - 0

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

REGIÃO CERVICAL - 1

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COSTAS - SUPERIOR - 5

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COSTA - MÉDIO - 7

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

COSTAS - INFERIOR - 8

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

BACIA - 9

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fonte: de Corlet e Manenica (1980).

10. Com que frequência você sente o desconforto/dor indicado? (Caso tenha indicado algum).

() Muito frequente () Frequentemente () Pouco frequente () Raramente () Nunca

11. Sobre a sua satisfação em relação a atividade 3, responda:	Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente
	1	2	3	4	5
1. Eu gostaria de utilizar esses equipamentos com frequência.					
2. Achei os equipamentos desnecessariamente complicado.					
3. Achei o uso dos equipamentos fácil de compreender e usar.					
4. Achei que precisaria de auxílio de outra pessoa para utilizar os equipamentos.					

11. Sobre a sua satisfação em relação a atividade 3, responda:	Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente
	1	2	3	4	5
5. Achei que os equipamentos estão coerentes com as atividades.					
6. Achei que os equipamentos não atendem as necessidades da atividade.					
7. Imagino que os trabalhadores conseguirão utilizar os equipamentos rapidamente.					
8. Achei os equipamentos complicados de usar.					
9. Eu me senti seguro ao utilizar esses equipamentos.					
10. Eu preciso tomar uma série de cuidados para utilizar esses equipamentos.					

12. O quanto você está satisfeito com a atividade de realização dos ensaios laboratoriais com a amostra de solo										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ERGONOMIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o(a) Sr.(a) a participar, como voluntário(a) da pesquisa intitulada **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL - UMA PROPOSTA DE PRODUTO**, que está sob responsabilidade da pesquisadora Priscilla Garbelim Garcia, e-mail: priscillagg@gmail.com. E sob orientação da Prof. Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly, e-mail: angelica.acioly@ufpe.br.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa está sendo desenvolvida para contribuir com a resolução de uma demanda ergonômica, com o objetivo de melhorar o processo produtivo durante o armazenamento e deslocamento de amostra indeformada de solo. A pesquisa ocorrerá presencial e individualmente, através do preenchimento de um formulário durante uma entrevista com perguntas fechadas e abertas efetuadas pela pesquisadora durante a execução de uma atividade. A coleta de dados ocorrerá através de verbalizações dos participantes e por meio de gravações e fotografias da atividade. A coleta de dados ocorrerá uma única vez com cada participante e terá duração de no máximo trinta minutos. Durante a pesquisa será solicitado ao voluntário que execute atividade de armazenamento e o transporte da amostra de solo indeformada para que a coleta de dados seja realizada.

- **Riscos**

Essa pesquisa apresenta possíveis riscos de constrangimento e psicológico para o(a) Sr.(a) como participante voluntário(a) frente a alguns questionamentos acerca da atividade desenvolvida, no entanto, como será mantido absoluto sigilo, se minimizará tal risco, não gerando prejuízos para a atuação profissional do(a) Sr.(a). O constrangimento também será evitado uma vez que, caso o(a) Sr.(a) não se sentir à vontade a qualquer momento poderá desistir da pesquisa, parar ou não a responder. Destaca-se ainda que durante a pesquisa, a fim de minimizar o constrangimento, estará presente o mínimo de pessoas necessárias e as explicações e procedimentos serão passados de forma clara e respeitosa.

O acesso aos dados da pesquisa será limitado a pesquisadora responsável e orientadora, bem como a não exposição de imagens e vídeos que possam identificar o(a) Sr.(a), sendo seu rosto e fisionomias omitidas.

A pesquisa terá duração máxima de 30 minutos, sem que haja interferência no trabalho e produção.

Caso sinta-se constrangido, incomodado, com medo ou vergonha de responder as perguntas pode desistir de participar da pesquisa a qualquer momento.

Acrescenta-se ainda que todo e qualquer prejuízo material será de responsabilidade da pesquisadora.

Teremos também o risco de acidente, mas este será minimizado em função de se tratar de uma pesquisa com a atividade real, na qual o Sr.(a) já executam durante a rotina de trabalho. Em caso de acidente o(a) Sr.(a) será levado para o hospital mais próximo: Hospital Municipal da Lapa na Avenida Queiroz Filho, 313 – Alto de Pinheiros.

- **Benefícios**

Informamos que nesta pesquisa não há benefícios diretos, entretanto, como benefícios indiretos, as informações prestadas pelo(a) Sr.(a) poderão contribuir para possibilitar o melhoramento da atividade acerca do trabalho que desenvolvem, assim como em todo o processo de produção, podendo haver a diminuição de acidentes e do desconforto físico e uma maior produtividade e qualidade do trabalho, assim como a redução de retrabalhos. Além do mais, a participação na pesquisa, pode causar o sentimento de envolvimento e união de todos no bem comum do trabalho que desenvolvem. Além do mais, há como benefício de participação na pesquisa, a contribuição para o desenvolvimento de uma pesquisa acadêmico científica aplicada.

- **Armazenamento dos dados coletados**

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação.

Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas, formulários, gravações, fotos, filmagens, etc.), ficarão armazenados em pasta de arquivo em nuvem do OneDrive da pesquisadora e em computador pessoal da pesquisadora em HD, sob a responsabilidade da pesquisadora, Priscilla Garbelim Garcia, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o(a) Sr.(a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Telefone (81) 2126-8588 e e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br.

Priscilla Garbelim Garcia

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com a pesquisadora responsável, concordo em participar da pesquisa intitulada **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL - UMA PROPOSTA DE PRODUTO**, como voluntário(a).

Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

São Paulo, ____ de _____ de 2023.

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. Duas testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores:

Testemunhas:

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO 1 - CARTA DE ANUÊNCIA DA EMPRESA

<NOME E CNPJ DA EMPRESA OMITIDOS>

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora Priscilla Garbelim Garcia, a desenvolver o seu projeto de pesquisa intitulado **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL - UMA PROPOSTA DE PRODUTO**, que está sob coordenação/orientação da Prof. Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly, cujo objetivo é melhorar o processo produtivo durante o armazenamento e deslocamento de amostra indeformada de solo a fim de resolver uma demanda ergonômica.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se utilizar dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

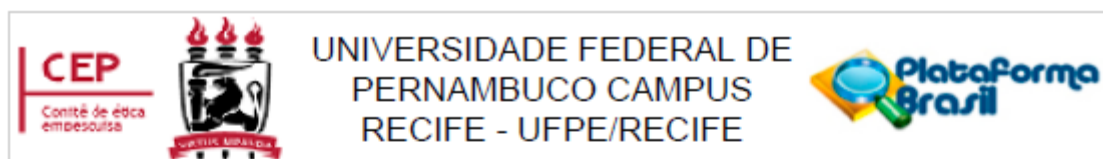
Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

São Paulo, 7 de junho de 2023.

<ASSINATURA DO RESPONSÁVEL E CARIMBO DA EMPRESA OMITIDOS>

Nome/assinatura e carimbo do responsável onde a pesquisa será realizada

ANEXO 2 - PARECER DO CEP UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UMA PROPOSTA COM VISTAS À OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE AMOSTRA INDEFORMADA DE SOLO EM UMA EMPRESA DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA NO SUDESTE DO BRASIL

Pesquisador: PRISCILLA GARBELIM GARCIA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 72757823.4.0000.5208

Instituição Proponente: Centro de Artes e Comunicação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.450.220

Apresentação do Projeto:

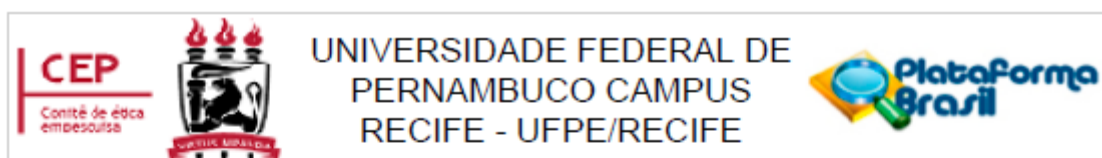
Trata-se da pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ergonomia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, proposto pela pesquisadora Priscilla Garbelim Garcia (discente), com a orientação da Profa. Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly (docente).

Na folha de rosto da pesquisa descreve que serão convidados a participar, como voluntárias de pesquisa, 5 pessoas, sem especificações de sem restrição de gênero, ou de idade acima de 18 anos.

Objetivo da Pesquisa:

Este protocolo de pesquisa tem por objetivo geral otimizar o processo de armazenamento e o deslocamento de amostras indeformadas de solo em uma empresa de engenharia geotécnica no Sudeste do Brasil, através do estudo do processo utilizado na empresa em questão, com vistas à redução de riscos ergonômicos para os trabalhadores envolvidos na atividade. E, como objetivos específicos: (I) Levantar conceitos, diretrizes e normativas sobre extração, armazenamento e transporte de amostras indeformadas de solo, assim como aspectos da ergonomia e usabilidade relacionados ao objeto da pesquisa; (ii) Descrever e analisar as condições, procedimentos e riscos envolvidos no desenvolvimento da tarefa do processo em questão; (iii) Estabelecer o perfil dos

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-800
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.450.220

trabalhadores envolvidos na atividade em questão; (iv) Analisar a usabilidade do sistema adotado pela empresa para a coleta e deslocamento das amostras indeformadas de solo; (v) Identificar o perfil dos profissionais da empresa envolvidas na atividade definida para a análise nesta pesquisa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Quanto aos riscos elencados pela pesquisadora responsável, a mesma relaciona os riscos possíveis na coleta presencial de natureza psicológica relacionadas neste protocolo, e apresenta a forma de minimização deste no protocolo. Para cada um dos riscos, o pesquisador apresenta estratégias de enfrentamento ou redução.

Quanto aos benefícios elencados, segundo o pesquisador responsável " pelos profissionais poderão contribuir para possibilitar o melhoramento da atividade acerca do trabalho que desenvolvem, assim como em todo o processo de produção, podendo haver a diminuição de acidentes e do desconforto físico e uma maior produtividade e qualidade do trabalho, assim como a redução de retrabalhos. Além do mais, a participação na pesquisa, podendo causar o sentimento de envolvimento e união de todos no bem comum do trabalho que desenvolvem. Além do mais, há como benefício de participação na pesquisa, a contribuição para o desenvolvimento de uma pesquisa acadêmico científica aplicada. ". Neste sentido, são apresentados eventuais benefícios para dos resultados da pesquisa, que podem ser caracterizados como benefícios sociais ou indiretos.

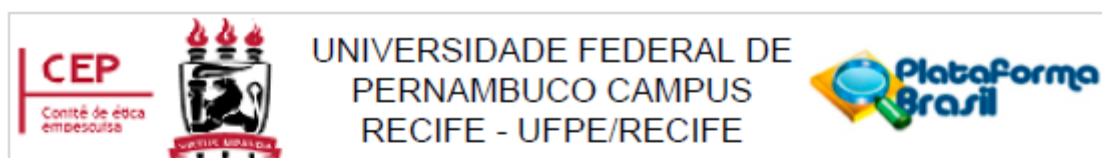
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador apresenta um protocolo de pesquisa largamente fundamentado, com elementos que denotam sua viabilidade e consonância com a metodologia proposta, também alinhada aos objetivos declarados, com critérios de exclusão específicos para a amostra. O pesquisador também apresenta de forma coerente a responsabilidade de descrever quais medidas serão tomadas para minimizar os riscos citados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. FOLHA DE ROSTO – anexado
2. CARTA DE ANUÊNCIA – não se anexado
3. TCLE – anexado
4. CURRÍCULO LATTES – anexados da pesquisadora, e da orientadora.
5. PROJETO DETALHADO (conforme as normas da ABNT) – anexado.

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-3163 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.450.220

6. PDF DE INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO – anexado.
7. TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE – anexado.
8. DECLARAÇÃO DE VÍNCULO – anexado.
9. DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS – não se aplica.
10. INSTRUMENTO de coleta de dados – anexado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto bem estruturado e condizente com os objetivos da pesquisa. Não foram identificadas pendências ou inadequações, sendo considerado o projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Conforme as instruções do Sistema CEP/CONEP, ao término desta pesquisa, o pesquisador tem o dever e a responsabilidade de garantir uma devolutiva acessível e compreensível acerca dos resultados encontrados por meio da coleta de dados a todos os voluntários que participaram deste estudo, uma vez que esses indivíduos têm o direito de tomar conhecimento sobre a aplicabilidade e o desfecho da pesquisa da qual participaram.

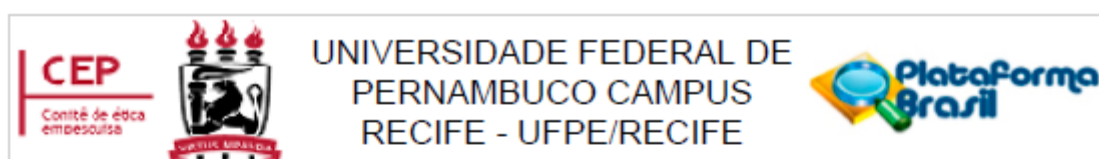
Informamos que a aprovação definitiva do projeto só será dada após o envio da NOTIFICAÇÃO COM O RELATÓRIO FINAL da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final disponível em www.ufpe.br/cep para enviá-lo via Notificação de Relatório Final, pela Plataforma Brasil. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado. Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2188129.pdf	21/10/2023 16:18:52		Aceito
Outros	Termo_Confidencialidade_R1.pdf	21/10/2023 16:13:08	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Orçamento	Orcamento.xlsx	21/10/2023 15:51:33	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-3163 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.450.220

Outros	Historico_20221001295.pdf	21/10/2023 15:47:28	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Angelica_Souza_Galdino_Acioly.pdf	21/10/2023 15:41:12	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Priscilla_Garbelim_Garcia.pdf	21/10/2023 15:40:42	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Outros	Cronograma_R1.pdf	21/10/2023 15:31:03	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Outros	CARTA_DE_ANUENCIA.pdf	21/10/2023 15:30:44	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPOTAS_AS_PENDENCIAS.pdf	21/10/2023 15:27:48	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Outros	INSTRUMENTO_DE_COLETA_DE_DADOS.pdf	21/10/2023 15:25:14	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_R2.pdf	21/10/2023 15:23:56	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_R3.pdf	21/10/2023 15:19:06	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_PRISCILLA_G_GARCIA_assinado.pdf	02/08/2023 20:02:36	PRISCILLA GARBELIM GARCIA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 24 de Outubro de 2023

Assinado por:
GISELE CRISTINA SENA DA SILVA
(Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-3163 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br