

06.

# Design Centrado no Usuário e processos de trabalho: proposta de um produto com vistas à otimização de um processo de armazenamento e transporte de amostras de solo

## *User-Centered Design and work processes: proposal for a product aimed at optimizing a process for storing and transporting soil samples*

**Priscilla Garbelim Garcia**

UFPE - Universidade Federal do Pernambuco  
priscillagg@gmail.com

**Angélica de Souza Galdino Acioly**

UFPB - Universidade Federal da Paraíba  
angelica.acioly@academico.ufpb.br

A engenharia geotécnica é um ramo da engenharia que efetua investigações para analisar as condições geológicas dos solos. Para tanto, são realizadas coletas de amostras de solo para serem ensaiadas em laboratório. Para manter as características originais do campo até o laboratório, as amostras necessitam de procedimentos específicos de coleta e armazenamento. Este estudo tem como objetivo geral otimizar o processo de armazenamento e transporte de amostras de solo através da proposição de um produto sob a abordagem do Design Centrado no Usuário (utilizador), com vistas à redução de riscos ergonômicos. A relevância deste estudo está em possibilitar a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais e a proteção adequada da amostra de solo. Para investigar e compreender as atividades e necessidades dos trabalhadores envolvidos foi elaborado uma análise ergonômica preliminar como parte da metodologia de projeto centrada no usuário - GODP - Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos, aplicada para o desenvolvimento do novo produto. Durante a aplicação da metodologia, foi realizada a condução de testes de usabilidade tanto com o produto atual como com o produto proposto.

**Palavras-chave** design centrado no usuário, ergonomia, amostra indeformada de solo, geotecnia, construção civil.

*Geotechnical engineering is a branch of engineering that conducts investigations to analyze the geological conditions of soils. To do this, soil samples are collected for laboratory testing. In order to maintain the original field characteristics until they reach the laboratory, the samples require specific collection and storage procedures. The general objective of this study is to optimize the storage and transport process of soil samples through the proposal of a product based on the User-Centered Design approach, with a focus on reducing ergonomic risks. The relevance of this study lies in enabling the prevention of accidents and occupational diseases, as well as the proper protection of the soil sample. To investigate and understand the activities and needs of the workers involved, a preliminary ergonomic analysis was carried out as part of the user-centered design methodology - GODP - Guidelines for Project Development, applied for the development of the new product. During the methodology application, usability tests were conducted both with the current product and with the proposed product.*

**Keywords** user-centered design, ergonomics, undisturbed soil sample, geotechnics, civil engineering.

## 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).

Nesse sentido, 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. Mais comumente, a amostra de solo extraída possui forma cúbica, sendo armazenada e transportada em caixas de madeira. 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 50 cm.

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.

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).

Assim, diante da incidência de riscos ergonômicos encontrados durante o processo coleta, armazenamento e transporte de amostras indeformáveis de solo este estudo propõe otimizar este processo através da proposição de um produto sob a abordagem do Design Centrado no Usuário (utilizador), com vistas à redução de riscos ergonômicos para os trabalhadores envolvidos na atividade. Este estudo é justificado devido à importância em estudar e propor maneiras de prevenir acidentes e doenças ocupacionais e pela escassez de estudos sobre projetos de desenvolvimento de produtos sob a abordagem do design centrado no usuário, os quais busquem reduzir os constrangimentos ergonômicos posturais relacionados à coleta, transporte e armazenamento de amostra indeformada de solo.

## 2. 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.

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.

Alguns autores sugerem regras para o levantamento manual de cargas, como Rasch & 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 a rotação do tronco enquanto a carga é levantada e flexionar propriamente os joelhos.

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 Norma Regulamentadora (NR) nº 17 (Ministério do Trabalho e Previdência, 2022) explica que no levantamento, manuseio e transporte individual e não eventual de cargas, devem ser respeitados alguns requisitos como durante o processo evitar que o trabalhador efetue flexões, extensões e rotações excessivas do tronco e outros posicionamentos e movimentações forçadas e nocivas dos segmentos corporais e que as cargas e equipamentos devem ser posicionados o mais próximo possível do trabalhador para facilitar o alcance.

A NR-17 (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 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.

### 3. Ensaios de Laboratório de Solos na Construção Civil

A geotecnia é uma ciência que estuda o comportamento dos solos na natureza ou nas aplicações de engenharia que utilizam os solos 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.

### 4. Metodologia da Pesquisa

Este estudo caracteriza-se por ser de natureza teórico-empírica e tem como proposta a abordagem da pesquisa exploratória qualitativa, 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 centrado no usuário o GODP (Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projeto) proposto por Merino (2016).

O estudo em questão foi dividido em duas fases: pesquisa bibliográfica e de campo.

#### 4.1. Local da Pesquisa e Processo Produtivo Avaliado

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de solos de uma empresa de engenharia situada em São Paulo (Brasil), 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, terceirizava todos os ensaios de solo.

A empresa possui 15 funcionários, entre engenheiros civis, geólogos, estagiários de engenharia, projetistas e laboratoristas.

Para a realização desta pesquisa a empresa envolvida foi informada sobre a importância do estudo e benefícios para os trabalhadores envolvidos. A partir da autorização verbal dos diretores da empresa, efetuou-se a formalização da pesquisa e autorização formal da empresa através de Carta de Anuência.

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco), o qual analisou a documentação e emitiu a autorização por meio do Parecer n. 6.450.220, de 24/10/2023.

Em relação à avaliação, o processo produtivo selecionado foram as seguintes atividades:

Atividade 1: Extração da amostra em campo e seu e 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.

#### 4.2. 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, ensaios laboratoriais e os trabalhos em campo, a empresa conta com a seguinte equipe:

- a) 5 laboratoristas de solos; e,
- b) 3 operadores de campo.

Sendo assim, a amostra do estudo foi composta pela totalidade de 8 funcionários.

Para a identificação das características dos trabalhadores, foi aplicado um formulário de identificação do participante para coletar informações como: nome, idade, escolaridade, altura, peso, etc. O formulário foi aplicado presencialmente, com a pesquisadora efetuando as perguntas

aos participantes e anotando no formulário após a explicação sobre a pesquisa e inclusive com preenchimento e assinatura do TCLE (Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento) aprovado pelo CEP - Comitê de Ética e Pesquisa da UFPE, Parecer n. 6.450.220, de 24/10/2023. Como critérios de 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. 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.

### 4.3. 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). Foram consultados, também, patentes sobre o assunto.

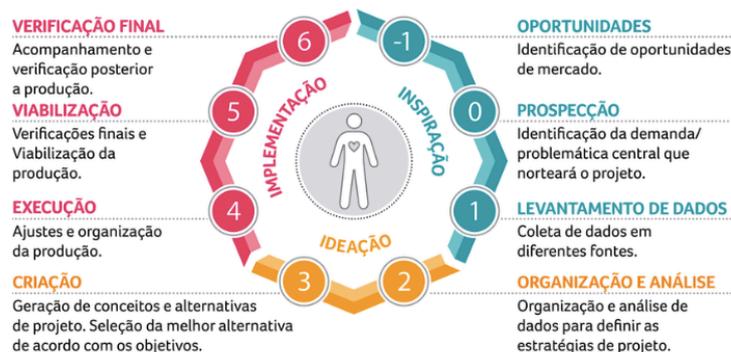
#### Fase 2 – Pesquisa de Campo

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.

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 1, a seguir, apresenta as etapas cíclicas do método que, de acordo com Merino (2016), possui fundamentação no Design Thinking.

Figura 1. Estrutura da Metodologia GODP.  
Fonte: Merino (2016).



Foram seguidas as etapas da metodologia GODP respeitando os Momentos 1, 2 e 3 do método, conforme a seguir:

#### Momento 1 - Inspiração

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, buscas de patentes sobre o assunto (Ex. site do INPI), normas relacionadas aos ensaios, etc.

Na Etapa 1 (Levantamento de dados) foi realizada uma Análise Ergonômica Preliminar (AEP) da atividade com aplicação de formulários 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. Na sequência 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 Corllet e Manenica (1980).

O Diagrama de Dores de Corllet 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.

Foi aplicado o formulário 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. 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 (Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento) assinado por todos, conforme aprovado pelo CEP - Comitê de Ética e Pesquisa da UFPE.

### **Momento 2 - Ideação**

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 e assim obter os requisitos e parâmetros necessários para desenvolver um caixa que atendesse as 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) possíveis premissas foram estudadas a fim de atender a lista de requisitos e parâmetros.

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

### **Momento 3 - Implementação**

Na Etapa 4 (Execução) foram confeccionados os protótipos das duas alternativas na própria empresa com mão de obra própria. 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.

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 e dificuldades encontradas.

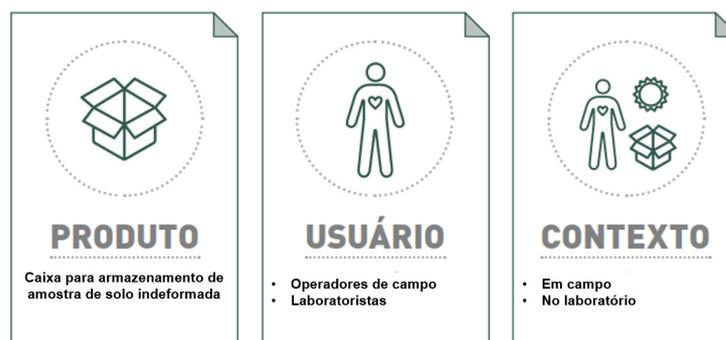
## **5. Desenvolvimento do Projeto**

Para o desenvolvimento do projeto, todas as fases e momentos do método centrado no usuário (Utilizador) escolhido - o GODP, foram seguidos, de acordo com os procedimentos descritos a seguir.

### **5.1. 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 com o produto e o contexto de uso, seguindo a partir daí, para a prática projetual. Nestes termos a Figura 2 apresenta os blocos desta pesquisa.

**Figura 2.** Blocos de Referência do projeto.  
Fonte: Merino (2016).



### **5.2. Momento 1: Inspiração**

Neste momento foram alcançadas as seguintes etapas do GODP:

#### **Etapa -1: Oportunidades**

Atendendo a etapa (-1) do GODP referente a oportunidade, acrescenta-se que a investigação geotécnica com a realização de ensaios do solo garante aos engenheiros elaborarem projetos com parâmetros de segurança maiores atingindo maior viabilidade.

Além disso, a coleta, transporte e armazenamento da amostra são atividades de risco ergonômico aos trabalhadores envolvidos, uma vez que, a empresa já teve acidente sem afastamento relacionada 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.

### Etapa 0: Prospecção

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 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. E o segundo, aborda um dispositivo para acoplar em veículo quadriciclo para coletar amostra de solo, publicado em 2012, também deformada. Portanto, ambos processos encontrados por meio da plataforma do INPI possuem propósito diferente do estudado nesta pesquisa.

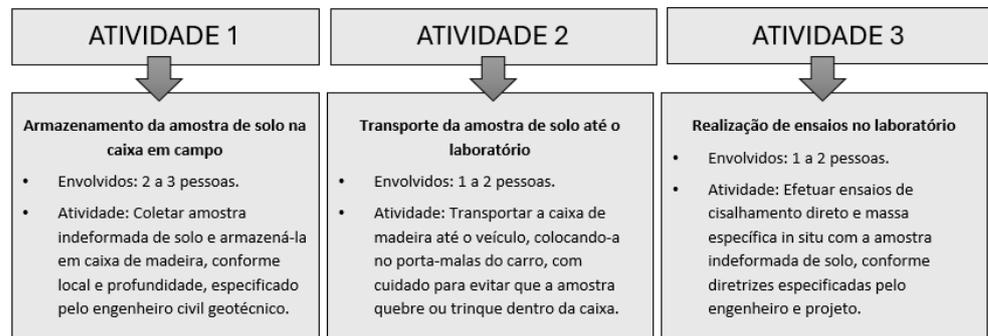
Sendo assim, quanto à existência de registros de patentes, em levantamento realizado junto ao INPI, não foram encontradas patentes relacionadas à caixa estudada.

### Etapa 1: Levantamento de Dados

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

As atividades envolvidas no processo produtivo avaliado são apresentadas na Figura 3:

**Figura 3.** Atividades abordadas no estudo.  
Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).



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.

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.

No laboratório foram avaliadas as atividades de transporte e armazenamento da amostra de solo. O mobiliário do laboratório é completado por bancadas de trabalho, mesas de escritório, cadeiras para computador e bancos para bancadas.

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.

Durante a coleta da amostra de solo a temperatura ambiente estava 32 °C. A Atividade 1 teve duração total de 2 horas, das 08:00 às 10:00 horas da manhã. A Atividade 2 teve duração de cerca de 5 minutos.

Sobre a escolha com relação a qual atividade a pessoa iria responder foi correlacionada com a atividade recorrente que ela desenvolvia na empresa.

Sobre o perfil dos respondentes, a entrevista foi realizada com 8 pessoas, a partir da aplicação do Formulário de Campo. 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 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 os seguintes resultados:

- 83 % dos participantes responderam "Sim, totalmente".
- 60 % dos participantes responderam "Sim, mas poderia melhorar".
- 60 % dos participantes responderam "Sim, mas poderia melhorar".

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.

Para a avaliação da Satisfação foi aplicado o questionário SUS (Brooke, 1996) para cada atividade, onde obteve-se a pontuação geral para a Atividade 1 de 46,56; Atividade 2 de 58,50 e para a Atividade 3 obteve-se 55.

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: habitualidade da mão de obra, durabilidade, manutenção, peso, resistência e estanqueidade, simplicidade construtiva e custo. 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.

### Momento 2: Ideação

Neste momento foram alcançadas as etapas 2 e 3 do GODP.

#### Etapa 2 - Organização e Análise de Dados

Nesta etapa os dados foram organizados e analisados, possibilitando identificar relação funcional entre um comportamento e seus efeitos para definir possíveis recomendações para o processo em questão.

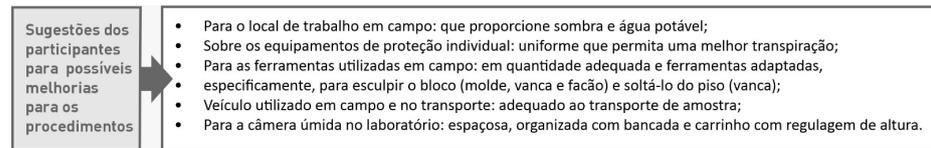
Obtiveram-se os pontos positivos e negativos da caixa estudada, sendo eles demonstrados na Figura 4.

**Figura 4.** Pontos positivos e negativos da caixa.  
Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

PONTOS POSITIVOS ✓	PONTOS NEGATIVOS ✗
1. Possível carregar em uma única pessoa 2. Montagem intuitiva 3. Recursos para montagens são baratos 4. Fácil manutenção	1. Peso elevado 2. Parafusos dificultam a desmontagem da caixa 3. Parafusos podem ser mal posicionados e danificar a caixa e a amostra 4. Falta de empunhadura para carregamento individual ou em dupla

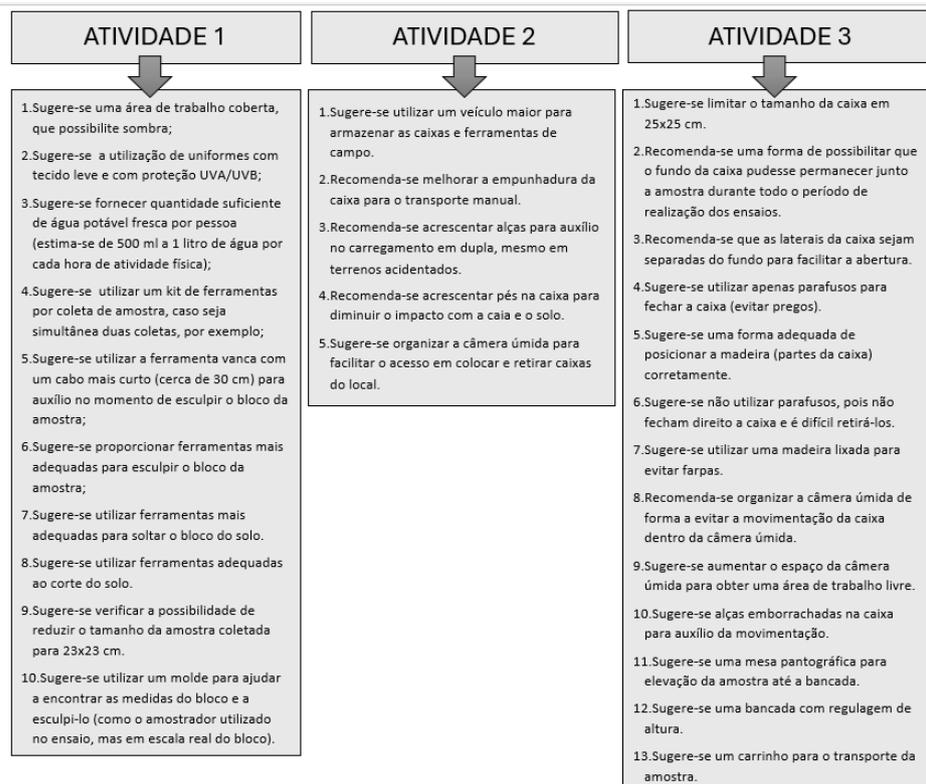
Além dos pontos positivos e negativos apresentados sobre a caixa, foram questionadas aos participantes da pesquisa possíveis melhorias para o procedimento como um todo (Figura 5).

**Figura 5.** Possíveis melhorias informadas pelos participantes. Fonte: Dados da Pesquisa (2023).



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, dentre outros. A Figura 6 indica as sugestões.

**Figura 6.** Sugestões relacionadas por atividade. Fonte: Dados da Pesquisa (2023).



### Etapa 3 - Criação

Com base no que foi apresentado foi possível elencar premissas para a projeto da nova caixa, no que se refere aos materiais aplicados ao produto, o dimensionamento, transporte e sistema de abertura e fechamento do produto e sobre a identificação da amostra. A Figura 7 apresenta uma síntese de tais premissas, através dos requisitos e parâmetros de projeto.

**Figura 7.** Requisitos e parâmetros do projeto. Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

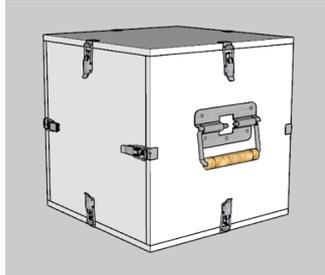
Categoria	Requisito	Parâmetro	Prioridade
Estrutural	Proporcionar maior durabilidade e baixa manutenção, para viabilizar a continuidade do uso da caixa	Utilizar material economicamente viável de alta durabilidade e baixa manutenção, como a madeira. Análise de novos materiais para a caixa.	Alta
Biomecânico 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) ABNT NBR 9604/2016	Obrigatória

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

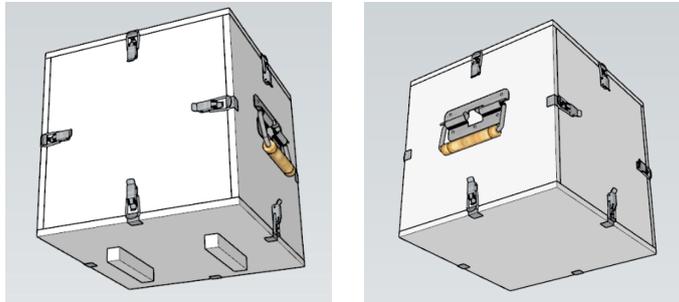
### Modelo 1

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 8 e 9. O modelo pode ser construído de madeira ou polietileno com dimensões externas de 25x25x25cm e material de 1 cm de espessura.

**Figura 8.** Perspectiva da caixa.  
Fonte: Autoria própria (2024).



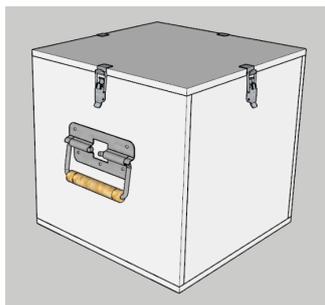
**Figura 9.** Opções com ou sem pés de apoio.  
Fonte: Autoria própria (2024).



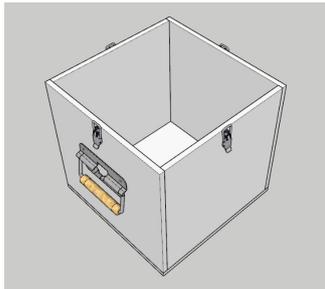
### Modelo 2

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. Além disso, há fecho de pressão para o fechamento da tampa e alças para o carregamento de acordo com as Figuras 10 e 11. Esta caixa pode ser construída de madeira ou polietileno com dimensões internas de 25x25x25cm e material com 1 cm de espessura.

**Figura 10.** Perspectiva da caixa, peça única, apenas a tampa é removível.  
Fonte: Autoria própria (2024).



**Figura 11.** Perspectiva da caixa sem a tampa. Laterais e fundo constituem uma única peça.  
Fonte: Autoria própria (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.

### Momento 3: Implementação

Neste momento foram alcançadas as etapas 4, 5 e 6 do GODP.

#### Etapa 4: Execução

Para a produção das caixas (protótipos), para posterior condução dos testes, foram utilizados madeira com tratamento naval, alças metálicas com revestimento em borracha, e 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.

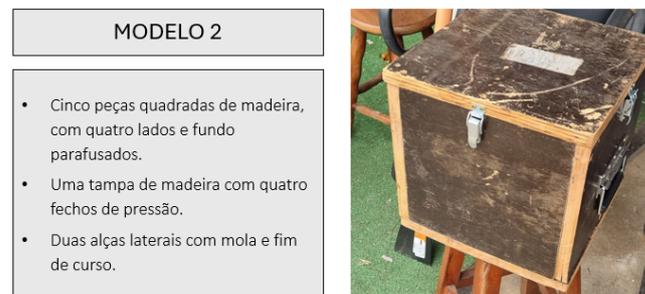
A Figura 12 demonstra a caixa e os itens necessários para a sua produção:

**Figura 12.** Caixa produzida - Modelo 1.  
Fonte: Autoria própria (2024).



A Figura 13 apresenta a caixa Modelo 2 e os itens necessários:

**Figura 12.** Caixa produzida - Modelo 2.  
Fonte: Autoria própria (2024).



#### 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.

Obtiveram-se os seguintes resultados quanto ao teste de usabilidade (questionário SUS) aplicado em ambas as caixas, resultados apresentados, a seguir, na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados do teste SUS.  
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Categoria	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

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 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.

#### 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, a sua durabilidade e necessidade de manutenção. 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. 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.
- d. Além disso, proporcionam:
- e. Abertura da caixa de forma ágil, sem danificar a amostra.
- f. A amostra se mantém preservada, durante a abertura e fechamento da caixa.
- g. Maior durabilidade da caixa.
- h. Possibilidade de qualquer pessoa abrir a amostra, independe 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.

## 6. Considerações Finais

Este estudo proporcionou a experiência de aplicar uma pesquisa em uma situação real o que garantiu o contato com os três itens do Bloco de Referência do GODP: o produto, o usuário e o contexto.

Como recomendações este estudo destacou alguns itens importantes para cada atividade avaliada relativas às ferramentas utilizadas durante o processo.

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.

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 e em dois locais diferentes, no campo e no laboratório.

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 as 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, proporcionou satisfação para testar as recomendações propostas pelos próprios usuários e, assim, concluir esta pesquisa.

## 7. Referências

- Acioly, A. S. G. (2016). A realidade aumentada como ferramenta para orientação de uso e segurança em embalagens. Recife.
- Associação Nacional de Medicina do Trabalho. (2017). Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho. Recuperado de <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). (2021). NBR 9241-11: Ergonomia da interação humano-sistema: Parte 11: Usabilidade: Definições e conceitos. Rio de Janeiro.
- Brooke, J. (1996). SUS: A 'quick and dirty' usability scale.
- Ceg Engenharia. (n.d.). Recuperado de <http://www.ceg.eng.br/>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- Chaffin, D. B., Anderson, G. B. J., & Martin, B. J. (2001). Biomecânica ocupacional. Belo Horizonte, MG: Ergo.
- Cobrae. (2005). IV Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Recuperado de <http://ivcobrae.ufba.br/>. Acesso em: 09 fev. 2023.
- Creswell, J. (2012). Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativos, quantitativos e mistos (3ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Pichler, F., & Rosimeri. (2019). USER-CAPACITY TOOLKIT: conjunto de ferramentas para guiar equipes multidisciplinares nas etapas de levantamento, organização e análise de dados em projetos de Tecnologia Assistiva. 10.13140/RG.2.2.15635.53288.
- Fundacentro. (2004). Levantamento e transporte manual de pesos. São Paulo: Fundacentro.
- Gil, A. C. (2022). Métodos e técnicas em pesquisa social. São Paulo: Atlas.
- Grandjean, E. (2004). Manual de Ergonomia – Adaptando o Trabalho ao Homem (5ª ed.). Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda.

- Leigh, J. P., & Robbins, J. A. (2004). Occupational disease and worker's compensation: coverage, costs, and consequences. *Milbank Quarterly*, 82(4), 689-721.
- Magalhães, P. S. G. (1993). Dinâmica de solos. In L. A. B. Cortez & P. S. G. Magalhães (Eds.), *Introdução à engenharia agrícola* (2ª ed., pp. 393-422). Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Massad, F. (2016). *Mecânica dos solos experimental*. São Paulo: Oficina de Textos. Recuperado de [http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Mecanica-dos-solos-experimental\\_DEG.pdf](http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Mecanica-dos-solos-experimental_DEG.pdf). Acesso em: 12 fev. 2023.
- Merino, G. S. A. D. (2014). *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.
- Merino, G. S. A. D. (2016). *GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário*. Florianópolis: Ngd/Ufsc. Recuperado de [www.ngd.ufsc.br](http://www.ngd.ufsc.br).
- Ministério do Trabalho e Emprego. (1978). Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. NR 17 – Ergonomia. Recuperado de <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>. Acesso em 23 out. 2023.
- Ministério do Trabalho e Emprego. (2002). *Manual da aplicação da norma regulamentadora nº 17* (2ª ed.). Brasília: MTE, SIT.
- Monteiro, I. A. C. (2014). *Movimentação Manual de Cargas: Impacto nos Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal*.
- Oliveira, S. L. (2002). *Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses*. São Paulo: Pioneira Thompson Learning.
- Rasch, L., & Burke, F. (1999). *Cinesiologia aplicada* (5ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Senado Federal. (2005). Lei nº 5746, de 12 de agosto de 2005. Aprova o art. 198 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Brasília: Senado Federal.
- Sullivan, M. (2009). Back support mechanisms during manual lifting. *Physio Med*, 69, 38-45.

