

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DE ITAQUERA II
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICO EM
EDIFICAÇÕES**

**USO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA MEDIR A RESISTÊNCIA DO
CONCRETO EM EDIFICAÇÕES**

**GUSTAVO GALASSO DE ARAÚJO¹
ISABELA BELMONT MENEZES²
ISABELLA SANTOS DA CONCEIÇÃO³
LETÍCIA DE OLIVEIRA SOUZA⁴**

Este trabalho de conclusão de curso aborda os desafios enfrentados pela construção civil, destacando a carência de acesso à tecnologia como um fator que pode gerar aumento de custos e redução da eficiência operacional. Em resposta a essas questões, apresenta-se o esclerômetro, um equipamento que mensura a dureza superficial do concreto por meio do princípio da esclerometria. Este estudo visa explorar e destacar os benefícios e a aplicação prática do esclerômetro como uma alternativa eficaz e menos prejudicial ao tradicional ensaio de compressão.

Palavras-chave: construção civil, patologia, tecnologia.

This course completion work addresses the challenges faced by civil construction, highlighting the lack of access to technology as a factor that can generate increased costs and reduced operational efficiency. In response to these questions, the sclerometer is presented, a device that measures the surface hardness of concrete using the principle of sclerometry. This study aims to explore and highlight the benefits and practical application of the sclerometer as an effective and less harmful alternative to the traditional compression test.

Keywords: civil construction, pathology, technology.

¹ gustavo.araujo123@etec.sp.gov.br

² isabela.menezes5@etec.sp.gov.br

³ isabella.conceicao2@etec.sp.gov.br

⁴ leticia.souza494@etec.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área que está em constante evolução e busca por novas tecnologias e ferramentas que possam auxiliar na construção de estruturas mais seguras e resistentes.

Um dos desafios enfrentados por este setor é a falta de acesso à tecnologia, que pode causar diversos problemas. Por exemplo, métodos não tecnológicos podem ter um custo mais alto e ser menos eficientes.

Uma das muitas áreas que usam tecnologias na construção civil é a de patologias. “A patologia é a ciência que procura estudar os defeitos e incidentes que os materiais podem promover nas construções de um modo geral e que busca diagnosticar as origens dessas causas e efeitos e compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico” (SILVA, 2012, p. 34). O termo “patologia” vem do grego “pathos”, que significa doença, e “logos”, que significa estudo. Assim como na medicina, a patologia busca entender as “doenças” que afetam os edifícios, a fim de preveni-las e tratá-las.

As patologias na construção civil podem ser causadas por diversos fatores, como falhas no projeto, na execução ou na manutenção das edificações. Além disso, fatores externos como a ação do tempo e do clima também podem contribuir para o surgimento de patologias.

O uso de tecnologias recentes na construção civil pode trazer benefícios como aumento de produtividade, melhoria da qualidade e redução de custos. No entanto, nem todas as obras adotam essas inovações, seja por falta de recursos, conhecimento ou interesse. Uma pesquisa feita pelo portal AECweb revelou que 87% das construtoras e escritórios de engenharia e arquitetura não usam ou aplicam minimamente os processos e tecnologias de construção digital disponíveis atualmente. Isso significa que apenas 13% das obras usam tecnologias recentes, como automação, internet das coisas, inteligência artificial e impressão 3D.

Já a falta do uso de tecnologias na construção civil pode acarretar uma série de problemas como baixa produtividade e competitividade, desperdício de materiais e recursos, custos operacionais elevados, atrasos e erros nos projetos, riscos à segurança e saúde dos trabalhadores e também alguns relacionados à patologia das edificações. Um exemplo disso é a dificuldade em identificar patologias em estágios

iniciais. Sem o uso de equipamentos e técnicas avançadas, torna-se desafiador detectar problemas como trincas, fissuras e infiltrações que podem afetar a qualidade e a segurança de uma edificação. Eles podem ter diversas causas, como falhas no projeto, na execução ou na manutenção da obra, movimentações do solo, variações térmicas, entre outras. Esses problemas podem trazer diversas consequências negativas para a edificação, tais como, aparecimento de mofo e bolor nas paredes, tetos e pisos, que podem prejudicar a saúde dos moradores e a estética do ambiente, o dano aos revestimentos, pinturas e acabamentos, que podem comprometer a impermeabilização e a proteção da superfície, o comprometimento da estrutura de concreto armado, que pode reduzir a resistência e a durabilidade do elemento, a corrosão das armaduras de aço, que pode enfraquecer o concreto armado e provocar o desprendimento de pedaços, o descolamento de pastilhas, azulejos e pisos, que podem causar acidentes e perda de material, o deslocamento do reboco e da argamassa, que podem expor a alvenaria e facilitar a entrada de umidade, o risco de desabamento ou colapso da edificação, que pode colocar em perigo a vida das pessoas e o patrimônio.

Portanto, é importante identificar e tratar esses problemas o quanto antes, buscando a orientação de um profissional qualificado e seguindo as normas técnicas vigentes. Assim, é possível garantir a segurança, a funcionalidade e a beleza da edificação. Outro é a dificuldade em realizar reparos eficientes e duradouros. Sem o uso de materiais e técnicas avançadas, os reparos podem ser menos eficazes e ter uma vida útil mais curta. Isso resulta em custos mais elevados e em uma necessidade mais frequente de manutenção.

Isso torna a tecnologia fundamental na área. Primeiramente, a utilização de tecnologias avançadas permite auxiliar na prevenção de patologias, através do uso de materiais e técnicas de construção mais avançadas. Outra vantagem é que ela possibilita uma análise mais precisa e detalhada das patologias existentes. Com o uso de equipamentos e softwares avançados, é possível obter informações mais precisas sobre a extensão e a gravidade dos problemas, o que facilita o planejamento e a execução de reparos.

2. JUSTIFICATIVA

Um material muito utilizado em construções é o concreto, segundo Morsch (1902, apud SOUZA JÚNIOR, 2019), “concreto é um material de construção resultante da mistura de um aglomerante (cimento), com agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita) e água em proporções exatas e bem definida”. E esse material está sujeito a problemas que podem afetar a dureza dele como a qualidade e a proporção dos materiais usados na mistura do concreto, como cimento, água, areia e brita o controle da dosagem e da cura do concreto, que devem seguir as normas técnicas e as especificações do projeto e a exposição do concreto a ambientes agressivos, como atmosferas marinhas ou industriais, que podem causar corrosão das armaduras ou carbonatação do concreto.

Por isso é de extrema importância realizar testes patológicos para verificar a dureza do concreto em edificações é importante por diversas razões. Esses testes permitem verificar se o concreto utilizado na estrutura atende às especificações de resistência exigidas pelo projeto. Isso é fundamental para garantir a segurança e a durabilidade da construção. Além disso, os testes patológicos também podem ser utilizados para avaliar a qualidade do concreto ao longo do tempo. Com o passar dos anos, o concreto pode sofrer desgaste e perder resistência. Realizar testes periódicos permite identificar possíveis problemas relacionados à durabilidade do material e tomar medidas preventivas para evitar o surgimento de patologias.

Pensando nisso, é comum realizar um teste chamado de “ensaio de compressão”. Segundo Carvalho (2022), “o ensaio de compressão, também chamado de ensaio de resistência à compressão, é um teste realizado para descobrir a resistência do concreto. O ensaio normalmente é feito para verificar se o concreto alcança a resistência mínima exigida no projeto estrutural e no projeto de fundação. O teste é realizado através da compressão de corpos de prova de concreto até sua ruptura”.

De acordo com Silveira Martins et al. (2015), “o ensaio de compressão é feito em corpo-de-prova cilíndrico que deve ser posicionado de modo que, quando estiver centrado, seu eixo coincida com o da máquina de ensaio, de modo que a resultante das forças passe pelo centro. Além da carga de ruptura interessa saber o tipo de ruptura”. Além disso, ele também pode ser utilizado para avaliar a qualidade do

concreto ao longo do tempo e identificar possíveis problemas relacionados à durabilidade do material.

Em contrapartida, apesar de ser uma técnica amplamente utilizada para verificar a resistência do concreto, apresenta alguns malefícios como o atrito entre o corpo de prova e as placas da máquina de ensaio, que pode dificultar a deformação lateral e alterar os resultados da resistência à compressão, a complexidade do tratamento matemático dos dados experimentais, que requer o uso de equações e gráficos para obter a curva de escoamento do material, a limitação das propriedades mecânicas avaliadas, que dependem do tipo de material e da sua ductilidade ou fragilidade e o custo associado ao processo. A retirada do corpo de prova e a realização do teste em laboratório podem ser dispendiosas, especialmente se forem necessários vários ensaios. Outro detalhe que pode se tornar um problema é o tempo necessário para realizar o ensaio. A retirada do corpo de prova e a realização do teste em laboratório podem levar vários dias, o que pode atrasar a tomada de decisões relacionadas à estrutura. Além disso, o ensaio de compressão é um método destrutivo, ou seja, ele envolve a retirada de uma parte da estrutura para ser submetida ao teste. Isso pode comprometer a integridade da estrutura e exigir reparos posteriores.

Pensando nesses problemas, foi criado o esclerômetro. O esclerômetro é um equipamento utilizado para medir a dureza superficial do concreto. Segundo Thomaz (s.d.), “o esclerômetro mede a dureza superficial do concreto e a correlaciona com a resistência à compressão desse concreto. É muito usado em obras em execução, para avaliar a resistência do concreto cujos corpos de prova padrão deram resultado abaixo do esperado. O esclerômetro foi criado em 1948 pelo Eng. suíço Ernest Schmidt”. Ele funciona através do princípio da esclerometria, que consiste em medir a resistência do concreto à penetração de um objeto pontiagudo. Esse equipamento é útil porque permite realizar testes de dureza do concreto de forma rápida e não destrutiva. Além disso, ele pode ser utilizado in loco, sem a necessidade de retirar corpos de prova da estrutura para serem submetidos a testes em laboratório.

Ernest Schmidt criou o esclerômetro em 1948 para medir os valores de dureza da superfície de estruturas em concreto. Ao obter o valor da dureza, é

possível inferir com certo grau de precisão os índices de resistência à compressão daquele material específico.

O esclerômetro funciona medindo a dureza da superfície de estruturas em concreto. Para fazer isso, o instrumento usa uma mola para empurrar um martelo em alta velocidade contra a superfície da amostra a ser testada. Quando o martelo atinge a superfície, ele gera um contragolpe que é registrado pelos sensores do aparelho.

Além disso, o esclerômetro também mede a deformação provocada pelo golpe na superfície da amostra. Isso é importante porque a deformação pode fornecer informações sobre a dureza do material. Menores graus de deformação indicam maiores graus de dureza, o que significa que o material é mais resistente.

O esclerômetro é um instrumento que pode ser usado para medir a resistência do concreto em estruturas. Isso é importante porque a resistência do concreto é um indicador da saúde estrutural de um edifício. Se o concreto em uma estrutura está enfraquecido ou danificado, isso pode ser um sinal de que há patologias estruturais presentes. Ao usar o esclerômetro para medir a resistência do concreto, os profissionais da construção civil podem detectar essas patologias e tomar medidas para corrigi-las antes que causem danos maiores.

Além disso, ele é uma ferramenta valiosa porque é portátil e fácil de usar. Isso significa que os profissionais da construção civil podem usá-lo para realizar inspeções rápidas e precisas em edifícios. Isso pode ajudar a identificar patologias estruturais em estágios iniciais, quando elas são mais fáceis de corrigir. Ao detectar e corrigir essas patologias precocemente, os profissionais da construção civil podem ajudar a garantir a segurança e durabilidade das edificações.

O conhecimento desse item pode ajudar engenheiros civis, arquitetos e profissionais da construção civil que buscam entender melhor como o esclerômetro pode ser usado para detectar patologias estruturais em edifícios. Esses profissionais são responsáveis por garantir a segurança e durabilidade das edificações e precisam de ferramentas eficazes para detectar patologias estruturais. Ao entender melhor como o esclerômetro pode ser usado para esse fim, esses profissionais

podem tomar medidas mais eficazes para garantir a segurança e durabilidade das edificações.

Além disso, também pode ser útil para estudantes de engenharia civil e arquitetura que desejam aprender mais sobre o uso do esclerômetro na detecção de patologias estruturais em edifícios. Ao entender melhor como o instrumento pode ser usado de maneira eficaz, esses estudantes podem estar melhor preparados para entrar no mercado de trabalho e usar o esclerômetro em suas carreiras.

Uma pesquisa relacionada à resistência do concreto é a que foi realizada por Santos et al. (2018), que avaliou a resistência à compressão e o módulo de elasticidade do concreto por meio de ensaios não destrutivos, usando o esclerômetro e o ultrassom. Os autores compararam os resultados obtidos com esses métodos com os resultados dos ensaios destrutivos em corpos de prova cilíndricos, e concluíram que os ensaios não destrutivos podem ser usados como ferramentas complementares para estimar as propriedades mecânicas do concreto.

De acordo com uma pesquisa realizada pela AECweb em 2017, as principais causas de patologias estruturais no Brasil estão relacionadas à execução, incluindo erros no planejamento e na construção. Isso mostra a importância de usar ferramentas como o esclerômetro para detectar patologias estruturais precocemente e tomar medidas para corrigi-las.

Além disso, um estudo realizado pela Universidade Federal da Paraíba mostrou que patologias construtivas que afetam o sistema de alvenaria estrutural continuam a aparecer, por motivos que vão desde a concepção deficiente do projeto até falhas na execução do processo executivo. Isso reforça a importância de usar ferramentas como o esclerômetro para detectar patologias estruturais em edifícios.

A segurança estrutural em edifícios é extremamente importante para garantir a segurança das pessoas que usam essas edificações. Edifícios com problemas estruturais podem desmoronar ou sofrer danos graves, colocando em risco a vida das pessoas que estão dentro ou perto deles.

Além disso, ela também é importante para garantir a durabilidade das edificações. Edifícios com problemas estruturais podem ter uma vida útil mais curta e exigir reparos mais frequentes e caros. Isso pode aumentar os custos para os proprietários e usuários dessas edificações.

Por essas razões, é importante que os profissionais da construção civil tomem medidas para garantir a segurança estrutural em edifícios. Isso inclui o uso de ferramentas como o esclerômetro para detectar patologias estruturais precocemente e tomar medidas para corrigi-las antes que causem danos maiores.

Um exemplo de edifício que desmoronou devido a problemas estruturais é o Edifício Liberdade, no Rio de Janeiro. Em 2012, o edifício de vinte andares desabou e levou abaixo dois prédios vizinhos. Esse trágico evento mostra a importância de detectar patologias estruturais precocemente e tomar medidas para corrigi-las antes que causem danos maiores.

Ao detectar essas patologias precocemente, os profissionais da construção civil podem tomar medidas para corrigi-las e prevenir desmoronamentos como o do Edifício Liberdade.

2.1 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste TCC é investigar o uso do esclerômetro no curso de edificações relacionado à construção civil analisando a opinião dos profissionais da área da construção civil.

Os objetivos específicos incluem:

- Analisar a eficácia do esclerômetro na avaliação da resistência do concreto em edificações;
- Identificar as melhores práticas para o uso do esclerômetro em projetos de construção civil;
- Avaliar a percepção dos profissionais de edificações sobre o uso do esclerômetro na construção civil.

3. DESENVOLVIMENTO

A medição da dureza do concreto é um aspecto importante na avaliação da qualidade e durabilidade das estruturas de concreto. Existem vários métodos para medir a dureza do concreto, incluindo o teste de penetração, o teste de arrancamento e o teste de compressão.

3.1 MÉTODOS DESTRUTIVOS

O teste de penetração é um método destrutivo para medir a dureza do concreto. Neste teste, uma haste de aço é pressionada contra a superfície do concreto e a profundidade da penetração é medida. A dureza do concreto é calculada com base na profundidade da penetração. No entanto, este método pode danificar a superfície do concreto. O teste de arrancamento é outro método destrutivo para medir a dureza do concreto. Neste teste, um dispositivo é anexado à superfície do concreto e puxado até que o hardware se solte. A resistência e fixação do hardware são medidas para avaliar a aderência da argamassa ao substrato. O teste de compressão é outro método destrutivo para medir a dureza do concreto. Neste teste, um corpo de prova é submetido a uma carga compressiva até que ocorra a ruptura do material. A resistência do concreto é calculada com base na carga máxima suportada pelo corpo de prova antes da ruptura.

No entanto, esses métodos são destrutivos e podem danificar a superfície do concreto. O esclerômetro é um método não destrutivo para medir a dureza do concreto que tem sido amplamente utilizado na indústria da construção civil.

3.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO ESCLERÔMETRO

O esclerômetro é um aparelho que mede a dureza superficial do concreto por meio da energia de impacto. O aparelho consiste em uma pequena bola de metal que é solta de uma altura fixa e salta na superfície do concreto. A altura do salto da bola de metal é medida e usada para calcular a rigidez do concreto.

O princípio de funcionamento do esclerômetro baseia-se na relação entre a energia de impacto e a rigidez do concreto. Quanto mais rígido for o concreto, menor

será a altura do salto da bola de metal. Isso ocorre porque a energia de impacto é absorvida pelo concreto e não é convertida em energia cinética da bola de metal.

O esclerômetro é um método não destrutivo para medir a dureza do concreto e tem sido amplamente utilizado na indústria da construção civil. Ele é rápido, preciso e não danifica a superfície do concreto.

A interpretação e o cálculo dos dados obtidos com o esclerômetro são relativamente simples. O esclerômetro mede a dureza superficial do concreto e a correlaciona com a resistência à compressão desse concreto. A resistência à compressão é uma propriedade importante do concreto, pois indica a capacidade do material de suportar cargas de compressão.

Para interpretar os dados obtidos com o esclerômetro, é necessário comparar os valores medidos com os valores de referência para o tipo de concreto em questão. Os valores de referência podem ser obtidos por meio de ensaios de laboratório ou por meio de tabelas que relacionam a dureza superficial do concreto com a resistência à compressão.

O cálculo dos dados obtidos com o esclerômetro é feito por meio de uma fórmula que relaciona a altura do salto da bola de metal com a rigidez do concreto. A fórmula é geralmente fornecida pelo fabricante do aparelho e pode variar ligeiramente entre os modelos.

3.3 VANTAGENS DO USO DO ESCLERÔMETRO

Algumas das vantagens do uso do esclerômetro são:

- Não-destrutividade: O esclerômetro não danifica a superfície do concreto, o que é importante em estruturas que precisam ser preservadas.
- Rapidez: O esclerômetro é um método rápido para medir a dureza do concreto. Ele pode ser usado para medir a dureza de grandes áreas em um curto período de tempo.
- Precisão: O esclerômetro é um método preciso para medir a dureza do concreto. Ele pode detectar pequenas variações na dureza superficial do concreto.

- Facilidade de uso: O esclerômetro é fácil de usar e não requer treinamento especializado.
- Baixo custo: O esclerômetro é relativamente barato em comparação com outros métodos de medição da dureza do concreto.

3.4 LIMITAÇÕES DO USO DO ESCLERÔMETRO

Embora o esclerômetro seja um método não destrutivo para medir a dureza do concreto que apresenta várias vantagens em relação a outros métodos de medição, ele também tem algumas limitações que devem ser consideradas. Algumas das limitações do uso do esclerômetro são:

- Influência da umidade: A umidade da superfície do concreto pode afetar a medição da dureza com o esclerômetro. Superfícies úmidas podem produzir resultados mais baixos do que superfícies secas.
- Influência da temperatura: A temperatura da superfície do concreto também pode afetar a medição da dureza com o esclerômetro. Superfícies quentes podem produzir resultados mais baixos do que superfícies frias.
- Influência da textura da superfície: A textura da superfície do concreto pode afetar a medição da dureza com o esclerômetro. Superfícies ásperas ou irregulares podem produzir resultados mais baixos do que superfícies lisas e uniformes.
- Limitações na avaliação de estruturas de concreto: O esclerômetro é um método adequado para avaliar a dureza superficial do concreto, mas não é adequado para avaliar a resistência à compressão ou outras propriedades mecânicas do material. Para avaliar essas propriedades, são necessários outros métodos de ensaio.

3.5 NORMATIZAÇÃO

A norma responsável pela avaliação da dureza superficial do concreto endurecido pelo uso do esclerômetro é a ABNT NBR 7584. Essa norma estabelece o método para a avaliação da dureza superficial do concreto endurecido pelo uso do esclerômetro de reflexão.

A aplicação dessa norma é importante para garantir a qualidade e durabilidade das estruturas de concreto. O esclerômetro é uma ferramenta importante para avaliar a dureza superficial do concreto e correlacioná-la com a resistência à compressão do material. O uso do esclerômetro pode ajudar a identificar problemas em estruturas de concreto e orientar as decisões de manutenção e reparo.

Além disso, o uso dessa norma pode ajudar a padronizar os processos e procedimentos construtivos para que sejam sempre executados da mesma maneira. Isso evita que, por exemplo, um projetista faça um planejamento que não esteja de acordo com as regulamentações. Executar os serviços conforme as normas da ABNT na construção civil permite que bons resultados de qualidade sejam alcançados e mantidos ao longo do tempo.

4. METODOLOGIA

O método escolhido para esta pesquisa foi o questionário, aplicado a uma amostra de 50 profissionais da área da construção civil, entre engenheiros, arquitetos, técnicos e mestres de obra. O critério de seleção da amostra foi o de profissionais diplomados e/ou com experiência na área. O questionário foi elaborado com base na revisão bibliográfica sobre o esclerômetro, um instrumento utilizado para medir a resistência superficial do concreto por meio de um impacto na superfície. O questionário foi composto por 11 questões fechadas, que abordaram aspectos como o conhecimento, a opinião e o contato dos profissionais com o esclerômetro. O questionário foi validado por meio da verificação das respostas de forma individual, para entender se eram coerentes ou não. O questionário foi enviado por e-mail aos profissionais conhecidos e em grupos de profissionais em redes sociais, que responderam voluntariamente e anonimamente. O período de aplicação do questionário foi de duas semanas. Os dados coletados foram tabulados e analisados por meio de estatística descritiva, utilizando-se de frequências absolutas e relativas.

A natureza do estudo foi a pesquisa descritiva, pois o objetivo foi descrever as características dos profissionais da construção civil em relação ao esclerômetro, sem interferir nos fatos ou buscar explicações causais. Essa classificação foi escolhida com base na definição de Prodanov (2013), que afirma que “tal pesquisa observa, registra, analisa e ordena dados, sem manipulá-los, isto é, sem interferência do pesquisador” (p. 50).

As etapas do estudo seguiram o método científico, que consiste em: observar o fenômeno da resistência do concreto; elaborar o problema de pesquisa sobre como é usado, qual a opinião e o contato que os profissionais da construção civil têm com o esclerômetro; formular as hipóteses sobre os possíveis resultados do questionário; realizar os experimentos por meio da aplicação do questionário; analisar os resultados por meio da estatística descritiva; e concluir o estudo por meio da síntese dos principais achados, respondendo ao problema de pesquisa e avaliando as limitações do estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi concluída com êxito, e os resultados obtidos a partir deste estudo revelaram padrões, tendências e insights significativos relacionados às questões de pesquisa propostas. A análise crítica e reflexiva presente neste segmento não apenas valida os achados, mas também busca extrair significado e compreensão mais profunda dos dados coletados.

Cada resultado apresentado de forma clara e organizada, proporciona uma visão abrangente do que foi descoberto ao longo do estudo. Além disso, a discussão aborda a relevância prática e teórica dos resultados, estabelecendo conexões com estudos anteriores quando aplicável. Esta etapa da pesquisa não só marca o encerramento da fase de coleta e análise de dados, mas também representa uma contribuição valiosa para o campo de estudo em questão.

Gráfico 1 – Identificação dos profissionais



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (63,9%) são engenheiros civis, seguidos por arquitetos (19,4%). Uma minoria (5,6%) são pedreiros ou mestres de obras e outros (11,1%) têm outras formações profissionais na área da construção civil. Isso indica que os respondentes têm um alto nível de qualificação e conhecimento técnico sobre o assunto conforme gráfico 1.

Gráfico 2 – Tempo de atuação na área



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (52,8%) atua na área da construção civil há mais de 10 anos, o que demonstra uma grande experiência e vivência no setor. Uma parcela significativa (27,8%) atua entre 1 e 5 anos, o que indica um perfil mais jovem e atualizado. Uma minoria (19,4%) atua entre 6 e 10 anos, o que representa um nível intermediário de experiência. Nenhum respondente atua há menos de 1 ano, o que sugere uma baixa rotatividade ou entrada de novos profissionais na área conforme gráfico 2.

Gráfico 3 – Conhecimento sobre o que é o esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (75%) sabe o que é um esclerômetro, um instrumento utilizado para medir a resistência superficial do concreto. Isso mostra que os respondentes estão familiarizados com esse método de ensaio não

destrutivo e reconhecem a sua importância para a avaliação da qualidade do concreto. Uma minoria (25%) não sabe o que é um esclerômetro, o que pode indicar uma falta de informação ou de interesse pelo assunto conforme gráfico 3.

Gráfico 4 – Uso do esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (57,1%) nunca utilizou ou presenciou o uso do esclerômetro em alguma obra, o que revela uma baixa frequência ou disponibilidade desse instrumento nas obras da construção civil. Uma parcela considerável (37,1%) utilizou ou presenciou o uso do esclerômetro ocasionalmente, o que sugere que esse método de ensaio é aplicado em situações específicas ou pontuais. Uma minoria (5,7%) utilizou ou presenciou o uso do esclerômetro frequentemente, o que indica uma maior preocupação ou necessidade de verificar a resistência superficial do concreto nas obras conforme gráfico 4.

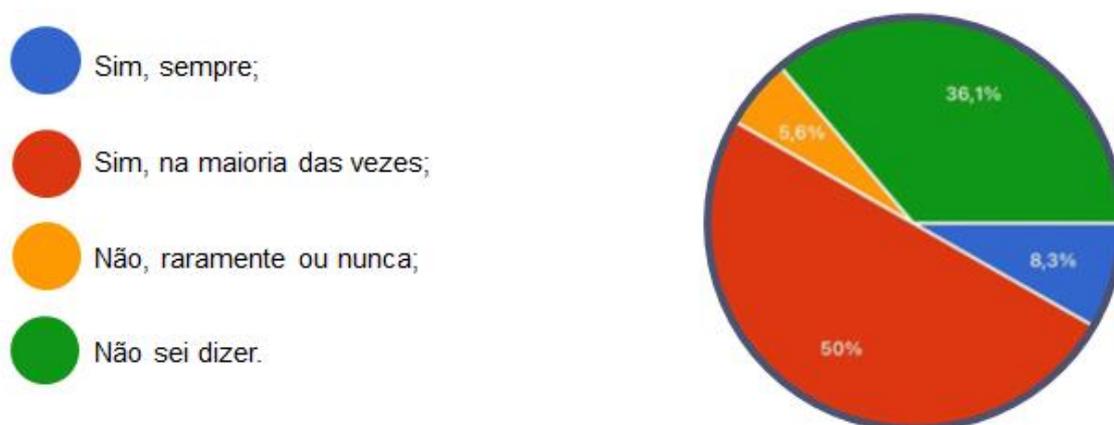
Gráfico 5 - Funcionamento do esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (47,2%) sabe parcialmente como funciona o princípio do esclerômetro e como interpretar os resultados obtidos, o que significa que eles têm algum conhecimento teórico ou prático sobre o assunto, mas não dominam completamente os conceitos e as normas envolvidos. Uma parcela significativa (27,8%) não sabe nada sobre como funciona o princípio do esclerômetro e como interpretar os resultados obtidos, o que revela uma lacuna de conhecimento ou de capacitação sobre esse método de ensaio. Uma minoria (25%) sabe totalmente como funciona o princípio do esclerômetro e como interpretar os resultados obtidos, o que demonstra um alto grau de domínio e competência sobre o assunto conforme gráfico 5.

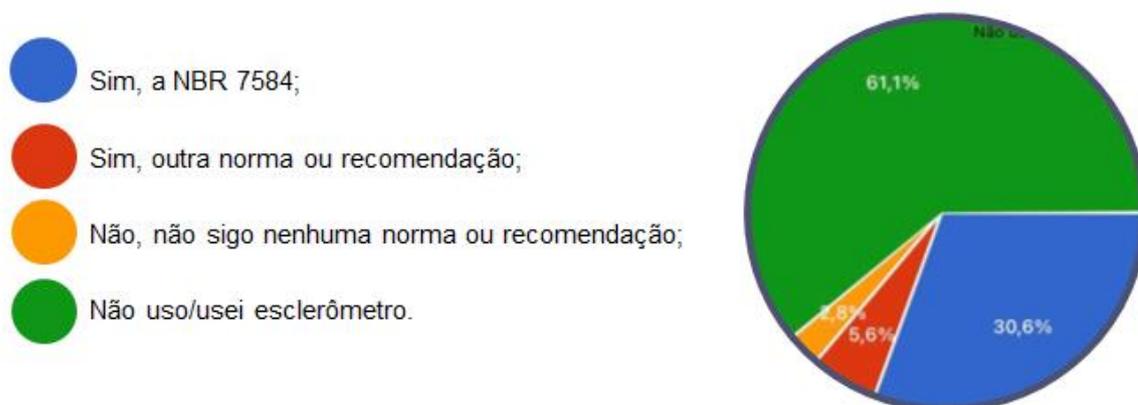
Gráfico 6 – Confiabilidade do esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (50%) considera o esclerômetro um instrumento confiável e preciso para medir a resistência do concreto na maioria das vezes, o que indica uma confiança moderada nesse método de ensaio. Uma minoria (8,3%) considera o esclerômetro confiável e preciso sempre, o que mostra uma confiança total nesse método de ensaio. Uma minoria (5,6%) não considera o esclerômetro confiável e preciso raramente ou nunca, o que revela uma desconfiança nesse método de ensaio. Uma parcela significativa (36,1%) não sabe dizer se o esclerômetro é confiável e preciso, o que pode indicar uma falta de conhecimento ou de experiência com esse método de ensaio conforme gráfico 6.

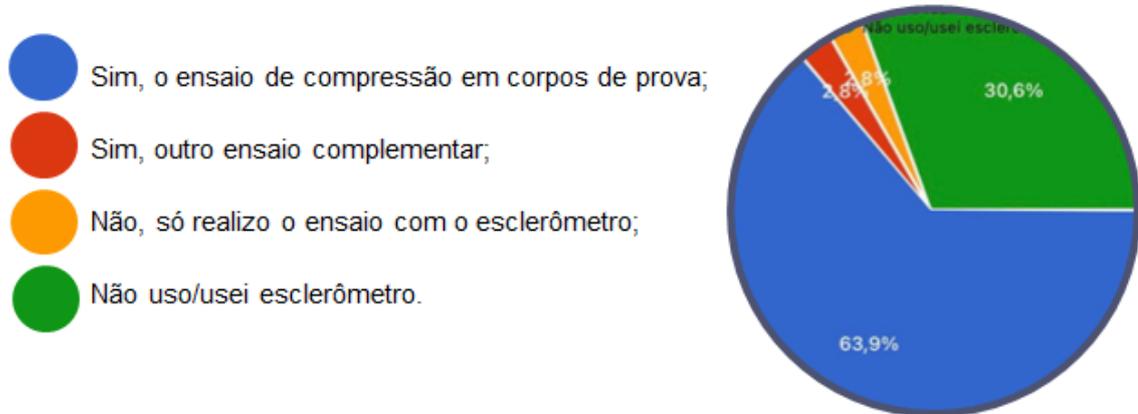
Gráfico 7 – Uso do esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (61,1%) não usa ou usou esclerômetro, o que está de acordo com a pergunta anterior que mostrou que a maioria nunca utilizou ou presenciou o uso do esclerômetro em alguma obra. Uma parcela significativa (30,6%) segue a NBR 7584:2016, que é a norma técnica brasileira que estabelece os requisitos para a realização do ensaio com o esclerômetro. Isso demonstra que esses respondentes seguem as boas práticas e as recomendações técnicas para esse método de ensaio. Uma minoria (5,6%) segue outra norma ou recomendação, o que pode indicar que eles usam normas internacionais ou outras fontes de orientação para esse método de ensaio. Uma minoria (2,8%) não segue nenhuma norma ou recomendação, o que pode sugerir que eles realizam o ensaio com o esclerômetro de forma improvisada ou inadequada conforme gráfico 7.

Gráfico 8 – Ensaio complementares



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (63,9%) realiza o ensaio de compressão em corpos de prova como um ensaio complementar para verificar a resistência do concreto além do esclerômetro. Isso mostra que eles usam um método de ensaio destrutivo e mais preciso para confirmar ou corrigir os resultados obtidos com o esclerômetro. Uma parcela significativa (30,6%) não usa ou usou esclerômetro, o que está de acordo com as perguntas anteriores. Uma minoria (2,8%) realiza outro ensaio complementar, o que pode indicar que eles usam outros métodos de ensaio não destrutivos para verificar a resistência do concreto. Uma minoria (2,3%) só realiza o ensaio com o esclerômetro, o que pode sugerir que eles confiam plenamente nesse método de ensaio ou não têm acesso a outros métodos conforme gráfico 8.

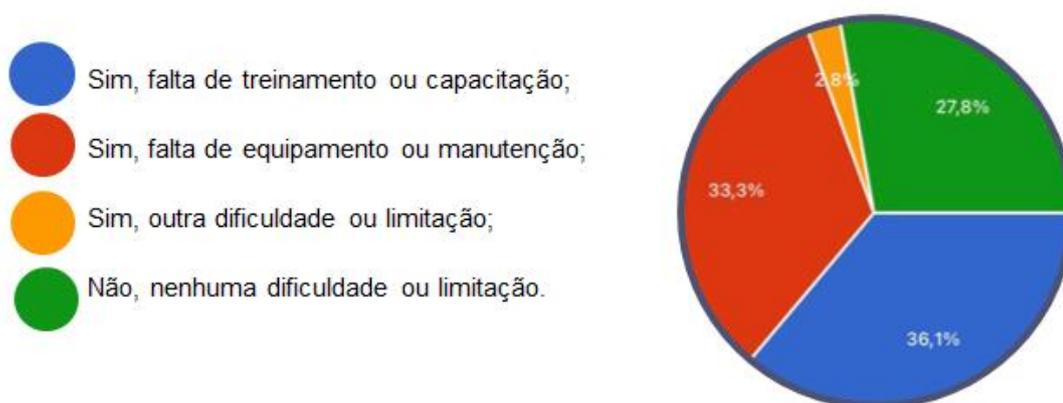
Gráfico 9 – Contribuição do esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (69,4%) acha que o uso do esclerômetro contribui para a qualidade e a segurança das obras em concreto, sendo que 36,1% acham que contribui muito e 33,3% acham que contribui pouco. Isso revela uma percepção positiva sobre os benefícios desse método de ensaio para a avaliação da qualidade do concreto e a prevenção de falhas estruturais. Uma minoria (2,8%) não acha que o uso do esclerômetro contribui nada para a qualidade e a segurança das obras em concreto, o que indica uma percepção negativa sobre os benefícios desse método de ensaio. Uma parcela significativa (27,8%) não sabe dizer se o uso do esclerômetro contribui para a qualidade e a segurança das obras em concreto, o que pode indicar uma falta de conhecimento ou de experiência com esse método de ensaio conforme gráfico 9.

Gráfico 10 – Dificuldade e limitação do uso

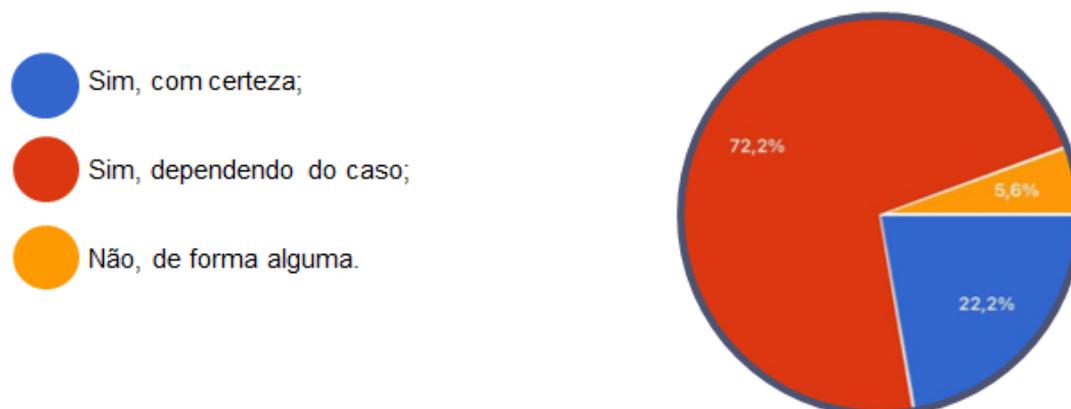


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (41,7%) não enfrenta nenhuma dificuldade ou limitação para utilizar o esclerômetro nas obras em que participa, o que demonstra que eles têm acesso e capacidade para realizar esse método de ensaio sem problemas. Uma parcela significativa (27,8%) enfrenta a falta de treinamento ou capacitação como uma dificuldade ou limitação para utilizar o esclerômetro, o que revela uma necessidade de qualificação ou atualização sobre esse método de ensaio. Uma parcela significativa (25%) enfrenta a falta de equipamento ou manutenção como uma dificuldade ou limitação para utilizar o esclerômetro, o que indica uma carência de recursos ou infraestrutura para realizar esse método de ensaio. Uma minoria (5,6%) enfrenta outra dificuldade ou limitação para utilizar o

esclerômetro, o que pode envolver questões como tempo, custo, normas, etc conforme gráfico 10.

Gráfico 11 – Recomendação do esclerômetro



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A maioria dos respondentes (94,4%) recomendaria o uso do esclerômetro para outros profissionais da construção civil, sendo que 22,2% recomendariam com certeza e 72,2% recomendariam dependendo do caso. Isso mostra uma atitude favorável e positiva em relação a esse método de ensaio e uma disposição em compartilhar essa informação com outros colegas de profissão. Uma minoria (5,6%) não recomendaria o uso do esclerômetro de forma alguma, o que indica uma atitude contrária e negativa em relação a esse método de ensaio e uma resistência em aceitar ou divulgar essa informação conforme gráfico 11.

A partir dos resultados do questionário, é possível concluir que os respondentes são profissionais qualificados e experientes na área da construção civil, sendo a maioria engenheiros civis que atuam há mais de 10 anos no setor. A maioria dos respondentes sabe o que é um esclerômetro, um instrumento utilizado para medir a resistência superficial do concreto, mas a maioria nunca utilizou ou presenciou o uso do esclerômetro em alguma obra. A maioria dos respondentes sabe parcialmente como funciona o princípio do esclerômetro e como interpretar os resultados obtidos, mas a maioria realiza o ensaio de compressão em corpos de prova como um ensaio complementar para verificar a resistência do concreto. A maioria dos respondentes considera o esclerômetro um instrumento confiável e

preciso para medir a resistência do concreto na maioria das vezes, mas a maioria segue a norma técnica brasileira NBR 7584:2016 para realizar o ensaio com o esclerômetro. A maioria dos respondentes acha que o uso do esclerômetro contribui para a qualidade e a segurança das obras em concreto, mas a maioria não enfrenta nenhuma dificuldade ou limitação para utilizar o esclerômetro nas obras em que participa. A maioria dos respondentes recomendaria o uso do esclerômetro para outros profissionais da construção civil, dependendo do caso.

Esses resultados indicam que os respondentes têm um conhecimento teórico e uma confiança moderada sobre o esclerômetro, mas uma baixa frequência e uma necessidade de qualificação ou atualização sobre o seu uso prático. Esses resultados também sugerem que o esclerômetro é um método de ensaio não destrutivo importante e benéfico para a avaliação da qualidade do concreto e a prevenção de falhas estruturais, mas que ainda enfrenta algumas barreiras ou limitações para a sua disseminação e aplicação nas obras da construção civil.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que a meta principal deste estudo era investigar a aplicação do esclerômetro no curso de edificações, com foco na construção civil, analisando a percepção dos profissionais que atuam nesse setor. Os objetivos específicos incluíram a avaliação da eficácia do esclerômetro na mensuração da resistência do concreto em edificações, a identificação das melhores práticas para seu uso em projetos de construção civil e a avaliação da percepção dos profissionais sobre sua utilidade.

Com base nos resultados apresentados, constatou-se que os profissionais da construção civil possuem um conhecimento teórico moderado e uma confiança razoável em relação ao esclerômetro. No entanto, observou-se uma baixa frequência de uso e uma necessidade de qualificação ou atualização sobre sua aplicação prática. Além disso, o esclerômetro enfrenta obstáculos significativos que limitam sua disseminação e aplicação efetiva nas obras de construção civil.

Os resultados sugerem oportunidades para aprimorar a utilização do esclerômetro no setor. É essencial investir em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias associadas ao esclerômetro, buscando torná-lo mais acessível, rápido e fácil de utilizar. Uma abordagem seria o desenvolvimento de modelos mais simples e portáteis, adaptados para profissionais com diferentes níveis de experiência.

Importante destacar as limitações desta pesquisa, uma vez que os resultados são derivados de uma amostra restrita de profissionais da construção civil, possivelmente não sendo generalizáveis para toda a população do setor. Portanto, recomenda-se que futuras pesquisas ampliem as amostras e diversifiquem os participantes para validar e consolidar nossas descobertas.

Por fim, sugere-se que investigações subsequentes se aprofundem nas barreiras e limitações à disseminação e aplicação do esclerômetro na construção civil. Além disso, é essencial realizar estudos comparativos entre o esclerômetro e outros métodos de ensaio não destrutivo, a fim de avaliar sua eficácia e precisão. O investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento será crucial para promover avanços e aprimorar a efetividade dessa tecnologia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2012). NBR 7584: Esclerômetro de reflexão - Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2018). Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT.

OLIVEIRA, R., & SILVA, J.A.(2020). Avaliação da resistência à compressão do concreto endurecido por meio dos métodos esclerométrico e ultrassônico.

PROJETO TCC JULIANA. Patologia da construção: abordagem e diagnóstico. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

SILVA, J. A. (2017). Análise da dureza superficial do concreto através da esclerometria. Núcleo do Conhecimento. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/42421639/nbr-7584-esclerometro>.

SILVA, R., & SILVA, J. A. (2019). Análise comparativa entre o método esclerométrico e o método ultrassônico para avaliação da resistência à compressão do concreto endurecido em estruturas existentes no município de São Paulo-SP-Brasil.