https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.022

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

CHUMBADORES QUÍMICOS: ESTUDO DA INTERFERÊNCIA DA LIMPEZA DO FURO NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DOS CHUMBADORES

Laura Marina Trois[1*]; Bárbara Jordani[2]; Josué Argenta Chies[3]; David Brandão Nunes[4]
*Autor de contato: laura.trois@hotmail.com

[1]Acadêmica do curso de Eng. Civil, Faculdade Ftec, Porto Alegre, Brasil
[2] Professora Dra. Eng. Civil, Faculdade Ftec, Porto Alegre, Brasil
[3]Mestre em Eng. Civil, Caxias do Sul, Brasil
[4]Doutor. Eng. Civil, Teresina, Brasil.

RESUMO

O sistema de chumbador químico é um recurso utilizado por engenheiros de obras, quando existe a necessidade de ancorar estruturas, na maioria das vezes metálicas, no concreto. A aplicação desses materiais químicos requer cuidados como a limpeza do furo, o qual é um dos pré-requisitos dos fornecedores para o bom funcionamento do produto. Este trabalho visa estudar a influência da limpeza do furo na resistência à tração dos chumbadores químicos, comparando o desempenho das resinas viniléster e epóxi, aplicadas com diferentes diâmetros de barras roscadas. Os ensaios de resistência à tração foram realizados considerando parâmetros das NBR 15827 (ABNT, 2002) e NBR 15049 (ABNT, 2004). Para os ensaios utilizaram-se barras roscadas com diâmetros de 12 mm, 16 mm e 20 mm, aplicadas em furos com limpeza padrão, com limpeza intermediária e sem limpeza. Para aderência entre estas barras e o concreto aplicaram-se os chumbadores químicos a base de resina viniléster e a base de resina epóxi. Através dos resultados obtidos foi possível verificar que o chumbador químico a base de resina epóxi é menos influenciado pela limpeza do furo quando comparado ao chumbador químico a base de resina viniléster. Além disso, observou-se que independentemente do tipo de resina utilizado na composição do chumbador químico, a influência da limpeza do furo para os diâmetros das barras roscadas é menor em diâmetros menores.

Palavras-chave: Chumbador químico; Fixação; Resina; Resistência à tração.

ABSTRACT

The chemical anchor system is a resource used by construction engineers when there is a need to anchor structures, most often metallic, in concrete. The application of these chemical materials requires care such as cleaning the hole, which is one of the suppliers' prerequisites for the proper functioning of the product. This work aims to study the influence of hole cleaning on the tensile strength of chemical anchors, comparing the performance of vinylester and epoxy resins, applied with different diameters of threaded rods. The tensile strength tests were performed considering parameters of NBR 15827 (ABNT, 2002) and NBR 15049 (ABNT, 2004). For the tests, threaded bars with diameters of 12 mm, 16 mm and 20 mm were used, applied in holes with standard cleaning, with intermediate cleaning and without cleaning. For adhesion between these bars and the concrete, chemical anchors based on vinylester resin and based on epoxy resin were applied. Through the results obtained, it was possible to verify that the chemical anchor based on epoxy resin is less influenced by the cleaning of the hole when compared to the chemical anchor based on vinylester resin. In addition, it was observed that regardless of the type of resin used in the composition of the chemical anchor, the influence of hole cleaning on the diameters of the threaded bars is smaller in smaller diameters.

Keywords: Chemical anchor; Fixation; Resin; Tensile strength.

1. INTRODUÇÃO

Os chumbadores, de acordo NBR 14827 (ABNT, 2002) podem ser classificados como de pré-concretagem, quando instalado antes da concretagem o qual obtém sua resistência de ancoragem após cura do concreto, e de pós-concretagem quando instalado posteriormente, em concreto endurecido. Ainda segundo a norma, divide-se os de pós-concretagem em chumbadores de expansão, de segurança e de adesão química.

É importante destacar que este estudo tem como foco principal o estudo de chumbadores químicos. Este se dá pela injeção de resina e um endurecedor (catalizador) misturados proporcionam a adesão das superfícies a serem unidas para a transmissão de esforços (ELIGEHAUSEN, MALLÉE, SILVA, 2006; MARTINS 2006).

No processo de aderência entre o chumbador químico, aço e concreto, o chumbador químico possui uma aderência maior do que se fosse apenas o concreto ao aço, pois garante as relações de esforços solicitantes aplicados. Um fator importante na aderência entre chumbador químico, aço e concreto é a interação monolítica que há de existir entre estes materiais. Essa interação é diferenciada quando comparada com as ligações de concreto ao aço, pois o composto químico do chumbador possui alta capacidade de adesão. Suas propriedades químicas e o elevado alcance de resistência em um curto espaço de tempo modificam suas propriedades na ligação do concreto ou aço. Somando ainda a forma de ligação que ocorre entre os materiais, solidifica-se, assim, uma união homogênea (TRICOT, 2016).

Existem duas tecnologias principais de chumbadores químicos segundo Fisher (2016), uma à base de epóxi e, a outra, de viniléster. A primeira possui um tempo de cura mais lento, por isso, é indicada quando a ancoragem precisa suportar cargas mais elevadas. Porém, se a demanda é rapidez, recomenda-se o uso do viniléster, que apresenta um tempo de cura mais acelerado.

Para realizar as verificações quanto a resistência à tração dos chumbadores, são realizados os ensaios de acordo com a NBR 14827 (ABNT, 2002) – Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria – Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento. Esta norma é responsável por determinar o modo de ensaio e também parametrizar outras questões relevantes na hora de utilizar um chumbador químico.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar a diferença de resistência à tração do chumbador químico para os diferentes tipos de limpeza do furo e de acordo com o seu diâmetro, verificando os resultados tanto para chumbadores a base de resina viniléster como a base de resina epóxi.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

No tópico a seguir são apresentados os materiais e métodos utilizados para no desenvolvimento da pesquisa.

2.1. Limpeza dos furos

Dado a limpeza do furo como um dos critérios para o presente projeto, temos que os processos de limpeza utilizados foram:

- Limpeza padrão – esse processo é o recomendado pelos fornecedores para garantir o bom funcionamento do produto. Com o furo já feito é recomendado soprar o furo duas vezes utilizando uma bomba de ar manual ou de ar comprimido, escovar o furo duas vezes com uma escova circular de aço de diâmetro igual ao diâmetro do furo e, por fim, soprar novamente o furo duas vezes com a bomba de ar manual ou de ar comprimido (FISCHER, 2008, p. 4);
- Limpeza intermediária – esse é o processo utilizado em campo, pois raramente na obra os responsáveis pela utilização dos chumbadores químicos seguem o processo de limpeza padrão. Neste processo, o responsável por utilizar o produto sopra o furo duas vezes utilizando uma bomba de ar manual ou de ar comprimido;
- Sem limpeza – esse processo ocorre quando o chumbador químico é aplicado sem nenhuma prévia limpeza do furo.

Considerando que para cada processo de limpeza, foi utilizado dois chumbadores químicos com componentes a base de resina viniléster e resina epóxi, aplicados para ancoragem de barras com diâmetros de 12, 16 e 20 mm.

2.2. Procedimentos adotados para o ensaio de tração

O ensaio de resistência à tração teve como base as normas da NBR 14827 (ABNT, 2002) e NBR 15049 (ABNT, 2004). Para a realização dos ensaios foram necessários adotar procedimentos para os mesmos, tais como, dimensionamento dos membros estruturais conforme o diâmetro de cada barra, quantidade de amostras para cada variação de diâmetro, composição de chumbador químico e o processo de limpeza, todos especificados nas normas citadas acima.

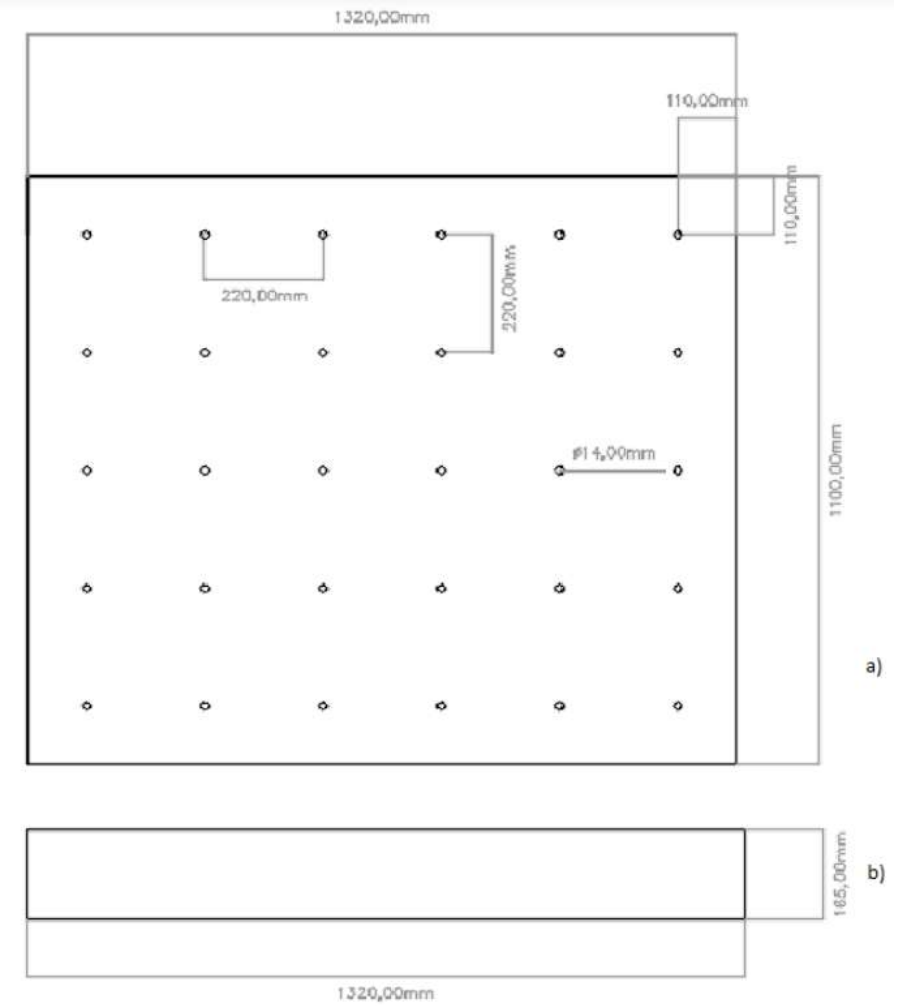
Sendo assim, definiu-se que para cada processo de limpeza foram necessárias trinta amostras, totalizando noventa amostras ensaiadas. E para a confecção dos membros estruturais, adotou-se a distribuição dos chumbadores semelhantes a uma matriz 6x5, seguindo as exigências mínimas da norma, dispostas da seguinte maneira:

- Barras com diâmetro 12 mm – membro estrutural de 1320 mm x 1100 mm x 165 mm;

- Barras com diâmetro 16 mm – membro estrutural de 1500 mm x 1250 mm x 187,5 mm;
- Barras com diâmetro 20 mm – membro estrutural de 2040 mm x 1700 mm x 255 mm.

Abaixo observa-se o exemplo de modelo de dimensionamento do membro estrutural da barra de 12 mm.

Figura 1 – Dimensões do membro estrutural da barra de 12 mm.



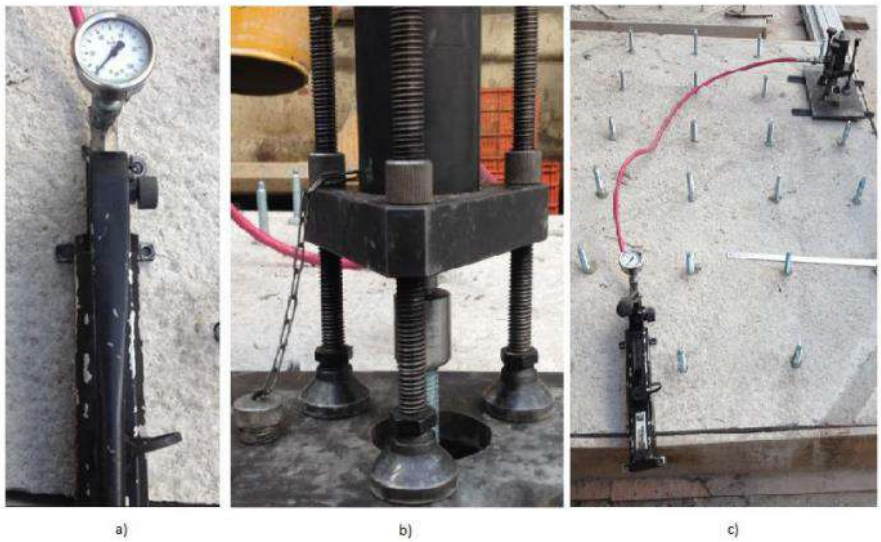
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Com as dimensões definidas, iniciou-se o processo de confecção das formas e concretagem das mesmas. Realizou-se também o ensaio de resistência à compressão, atingindo uma resistência de 22,9 MPa após o período de cura do concreto, de 28 dias, sendo assim, respeitando a recomendação da NBR 14827 (ABNT, 2002), que era de uma resistência à compressão de 20 MPa +/- 3 MPa. E assim, foi iniciada a aplicação dos chumbadores químicos e das barras roscadas no membro estrutural, com o auxílio dos seguintes materiais para aplicação: furadeira, broca, bomba de ar manual, escova de aço, chumbadores químicos e barras roscadas de 12, 16 e 20 mm.

2.3. Ensaio de Tração

Ao finalizar todos os procedimentos desde a análise de dimensões do membro estrutural até sua concretagem, dá-se início então ao ensaio de tração dos chumbadores químicos, a partir da normatização da NBR 14827 (ABNT, 2002). Contudo, foi utilizado para o ensaio uma bomba hidráulica ligada a um manômetro (a), um macaco hidráulico interligado ao manômetro (b) e a bomba hidráulica (c), dispostos na Figura 2.

Figura 2 – Sistema hidráulico utilizado para a realização do ensaio



Fonte: Dados dos autores, 2022.

A norma recomenda a utilização de sensores de deslocamento para a garantia das barras de maneira estática para que sejam totalmente tracionadas, para não ocorrer deslocamentos laterais e influenciar no esforço cortante sobre as mesmas. Mas devido a indisponibilidade do material, não se utilizou nos ensaios em questão. Também seguindo a normatização, foi utilizado um gabarito para colocar o macaco sobre o mesmo, devido aos apoios do macaco hidráulico que podem influenciar na resistência à tração dos chumbadores, onde esse gabarito é responsável por distribuir os esforços para a laje de concreto, de acordo com as distâncias normatizadas e dispostas nos membros estruturais conforme calculado anteriormente.

3. RESULTADOS

Através da análise realizada, a apresentação dos resultados está dividida em três partes: os resultados utilizando o chumbador químico a base de resina viniléster, os resultados utilizando o chumbador químico a base de resina epóxi e um comparativo dos dois chumbadores químicos.

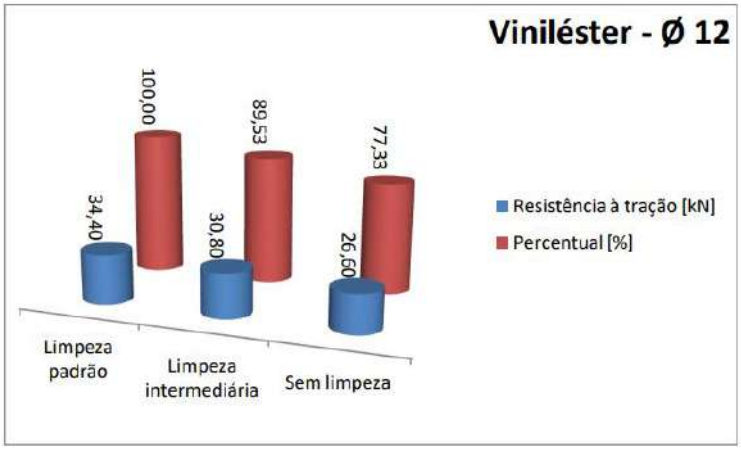
Juntamente da análise, a partir do estudo realizado para o diâmetro e profundidade de ancoragem dos furos para cada diâmetro de barra roscada, considerou-se os seguintes parâmetros para os ensaios: para as barras roscadas de 12 mm foram realizados furos no concreto com diâmetro de 14 mm e profundidade de ancoragem de 110 mm; Para as barras roscadas de 16 mm foram realizados furos no concreto com diâmetro de 18 mm e profundidade de ancoragem de 125 mm. E no caso das barras roscadas de 20 mm foram executados furos no concreto com diâmetro de 24 mm e profundidade de ancoragem de 170 mm.

3.1. Ensaio com chumbador químico a base de resina viniléster

Através do ensaio de resistência à tração foi possível identificar falhas nas amostras. Em uma visão geral, notou-se que para o processo de limpeza intermediária e sem limpeza, a falha com maior predominância foi a de ruptura por arranque (pull-out), representando 70% das trinta amostras analisadas, indicando que essa falha pode ser influenciada pela limpeza do furo. Para os furos que foram passaram pelo processo de limpeza padrão, a falha predominante foi a de deslocamento e cone de concreto, 11 amostras ensaiadas apresentaram essa falha, onde resultou na baixa resistência a compressão do concreto.

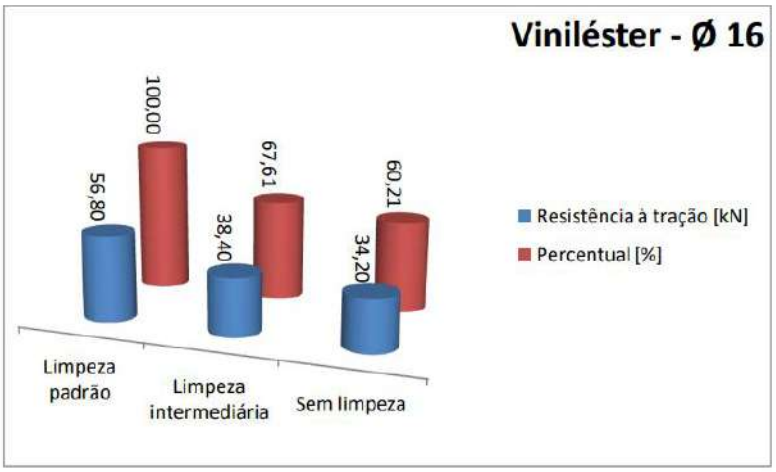
Com a realização de todos os ensaios do chumbador químico a base de resina viniléster, obteve-se cargas de tração para cada uma das quarenta e cinco amostras, distribuídas entre a limpeza padrão, intermediária e sem limpeza com diâmetros de 12, 16 e 20 mm. A partir desses valores foi possível calcular o valor médio das cargas de tração das amostras e o desvio padrão das mesmas, sendo possível fazer um gráfico comparativo entre as resistências encontradas (figura 3, figura 4 e figura 5).

Figura 3 – Resultados obtidos para as barras de 12 mm



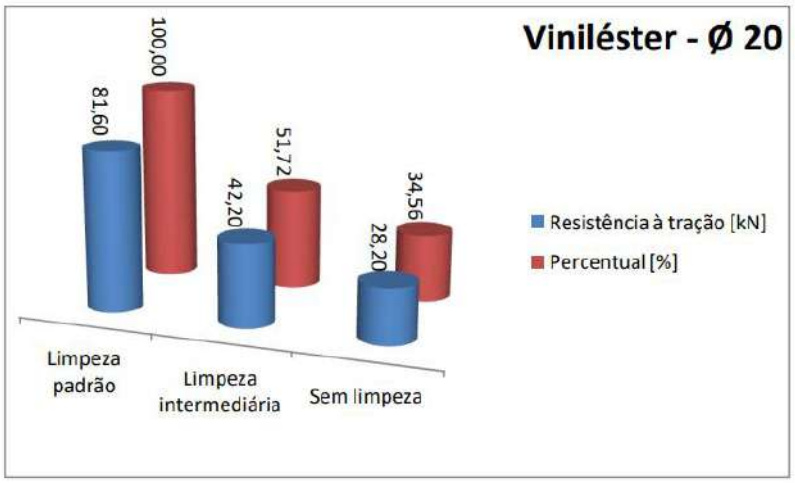
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 4 - Resultados obtidos para as barras de 16 mm



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 5 - Resultados obtidos para as barras de 20 mm



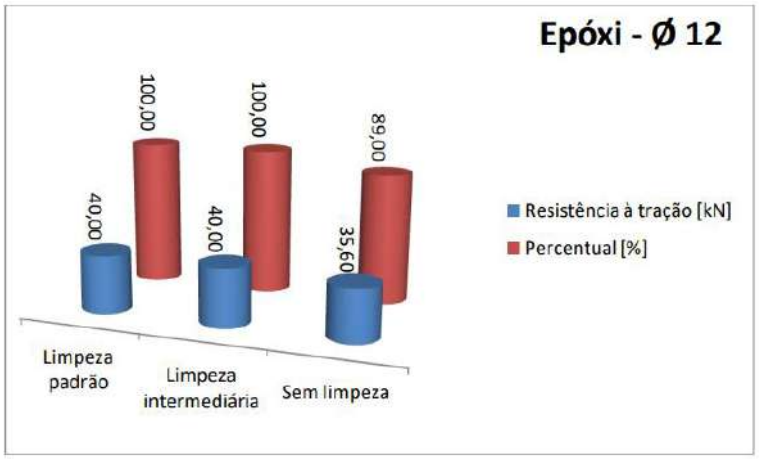
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Através destes resultados é possível perceber que conforme o diâmetro aumenta, maior é a influência da limpeza do furo sobre a resistência à tração dos chumbadores químicos. Destacando-se, que o aumento da área superficial de contato, em função do aumento do diâmetro das barras, também gera uma maior quantidade de resíduos ao se furar o concreto.

3.2. Ensaio com chumbador químico a base de resina epóxi

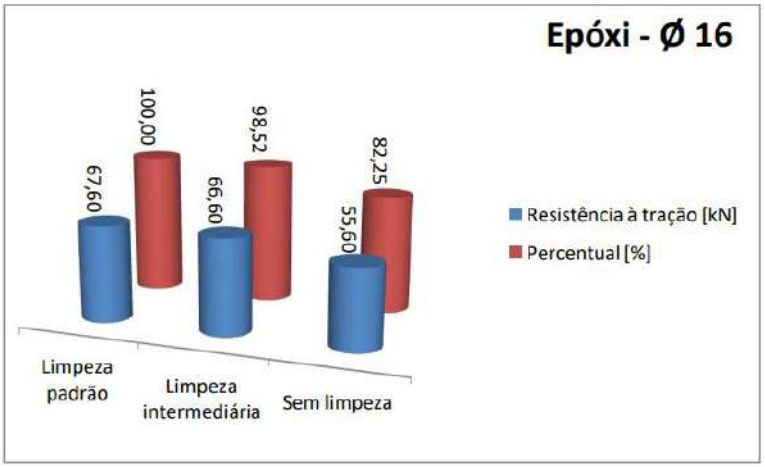
Com a realização de todos os ensaios do chumbador químico a base de resina epóxi, obteve-se o valor médio das cargas de tração das amostras e o desvio padrão das mesmas, sendo possível fazer um gráfico comparativo entre as resistências encontradas (figura 6, figura 7 e figura 8).

Figura 6 – Resultados obtidos para as barras de 12 mm



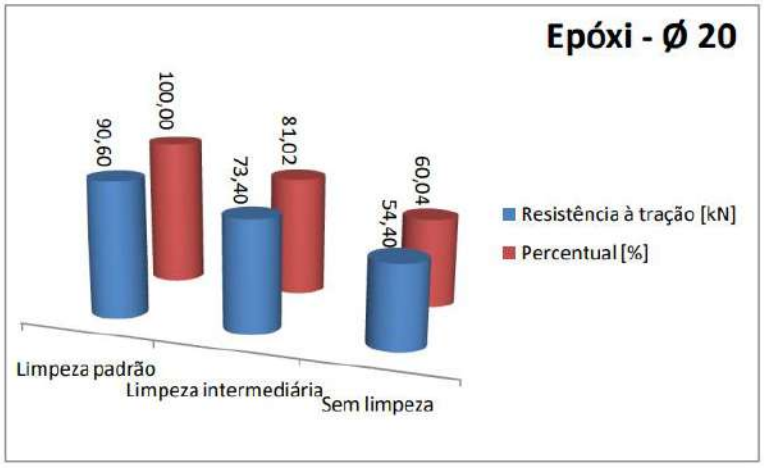
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 7 – Resultados obtidos para as barras de 16 mm



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 8 – Resultados obtidos para as barras de 20 mm



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

No ensaio de resistência à tração utilizando os chumbadores químicos a base de resina epóxi e barras roscadas de 12 mm, notou-se que 80% das amostras resultaram na falha do aço, onde o

esforço de tração aplicado superou o limite de escoamento da barra. E para os ensaios com as barras roscadas de 16 e 20 mm, a predominância se deu pela falha de deslocamento e cone de concreto, atingindo 28 das 30 amostras, justificando que esse acontecimento ocorreu pela baixa resistência a compressão do concreto.

Conforme observado nos ensaios do chumbador químico a base de resina viniléster, nos ensaios do chumbador químico a base de resina epóxi também é possível notar que a influência da limpeza do furo na resistência à tração aumenta de acordo com o aumento do diâmetro da barra roscada utilizada.

3.3. Comparativo entre os chumbadores químicos a base de resina viniléster e a base de resina epóxi

Contudo, para os três diâmetros avaliados, nota-se que o desempenho do chumbador químico a base de resina epóxi é melhor do que o desempenho do chumbador químico a base de resina viniléster, sendo assim, quando o epóxi é exposto a furos com limpezas menos rigorosas perde menos a resistência à tração do que o viniléster. Considerando que esse fato pode ser explicado devido a tensão de aderência característica das resinas, conforme certificação ETA – 10/0012 (FISCHER, 2016, p.21) e certificação ETA – 02/0024 (FISCHER, 2017, p.22), que atentam para a composição química do produto, diâmetro da barra roscada e o fck do concreto, representadas abaixo (tabela 1).

Tabela 1 – Tensões de aderência

	Chumbador químico a base de resina epóxi	**Chumbador químico a base de resina viniléster**
Barra de diâmetro 12 mm	14 MPa	11 MPa
Barra de diâmetro 16 mm	13 MPa	10 MPa
Barra de diâmetro 20 mm	12 MPa	9,5 MPa

Fonte: adaptado de FISCHER, 2016.

Com esses dados foi possível verificar que a resina epóxi apresenta uma maior tensão de aderência para os três diâmetros, fator esse determinante para o seu melhor desempenho em furos sem limpeza, quando comparado com a resina viniléster.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando que o objetivo principal do estudo em questão foi verificar a influência que a limpeza do furo exerceria em relação a resistência à tração dos chumbadores químicos, de resina viniléster e resina epóxi. E também, realizar a análise da limpeza do furo, se a mesma aumenta ou diminui conforme o aumento ou redução do diâmetro da barra roscada. Assim, com base nos

resultados obtidos, conclui-se que a limpeza do furo interfere na resistência à tração dos chumbadores químicos, contudo, essa interferência varia a sua intensidade que dependerá tanto do diâmetro da barra roscada como da composição química dos chumbadores, sendo eles de resina vinil éster ou epóxi.

Através dos ensaios, analisou-se que o chumbador químico a base de resina epóxi, possui maior aderência ao concreto, acarretando em uma menor perda de resistência comparado ao chumbador a base de resina viniléster. Em relação aos ensaios de diferentes diâmetros de fixação, os resultados apontam que quanto maior for o diâmetro da barra roscada maior será a influência da limpeza do furo na resistência à tração.

Portanto, é de extrema importância ressaltar que foi estudado o fator da limpeza do furo, mas para o estudo de fixação de chumbadores químicos existem outros fatores que necessitam ser estudados, entre eles, análise da resistência à tração através do chumbador químico a base de resina epóxi aplicado em furo com água ou seco, e um comparativo de perda de cargas com chumbadores químicos a base de resina viniléster e resina epóxi.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2002). ABNT NBR 14827 - **Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria - Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004). ABNT NBR 15049 - **Chumbadores de adesão química instalados em elementos de concreto ou de alvenaria estrutural - Determinação de desempenho.**

ELIGEHAUSEN, R.; MALLÉE, R.; SILVA, J. F. **Anchorage in Concrete Construction**. Germany: Ernst & Sohn, 2006. 465 p.

EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL - ETA - 10/0012 da FISCHER, de 12 de setembro de 2016.

EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL - ETA - 02/0024 da FISCHER, de 13 de fevereiro de 2017.

FISCHER INNOVATIVE SOLUTIONS. **Catálogo general.** Disponível em: < http://www.fischer.es/PortalData/4/Resources/service/sales-documents/documents/Catalogo- Profesional-2016.pdf>. Acesso em: 18 fevereiro 2022.

FISCHER INNOVATIVE SOLUTIONS. **Chumbadores Químicos**. Disponível em: <http://www.fischerbrasil.com.br/PortalData/5/Resources/service/sales- documents/documents/catalogo_chumb-quimico.pdf>. Acesso em: 21 fevereiro 2022.

FISCHER INNOVATIVE SOLUTIONS. **Chumbador Químico FIS V**. Disponível em: <http://www.fischerbrasil.com.br/Home/Produtos/Selecao-de-Produtos.aspx/cpage- details/pcategory-1001077915/usetemplate-productdetails/>. Acesso em: 21 fevereiro 2022.

MARTINS, Joel Donizete. **Resistência à tração de chumbadores com placa de ancoragem instalados em concreto**. 148f. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

TRICOT, J. S. **Avaliação do uso de resina epóxi em fixação de barras de aço**. Porto Alegre, 2016. Artigo (Graduação em Engenharia civil). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.