

Análise comparativa do desempenho de ancoragens de vergalhões em elementos de concreto

Comparative analysis of the performance of anchorages of rebar in concrete elements

Wesley Oliveira do Nascimento(1); Carlos Britez (2); Jéssika Pacheco (3) ; Paulo Helene (4)

(1) *Âncora Sistemas de Fixação. wesley.oliveira@ancora.com.br*

(2) *Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações da EPUSP. PhD Engenharia. carlos.britez@concretophd.com.br*

(3) *PhD Engenharia. jessika.pacheco@concretophd.com.br*

(4) *Prof. Titular da Universidade de São Paulo. PhD Engenharia. paulo.helene@concretophd.com.br*

Resumo

A diversidade de produtos e soluções construtivas encontrados no mercado da construção civil e a deficiência de material técnico específico de sistemas de fixação acarretam, frequentemente, questões quanto à utilização do sistema mais indicado para cada situação. Tratando-se exclusivamente da prática de ancoragem de vergalhões com compostos químicos, surgem dúvidas quanto ao desempenho de uma ancoragem com a utilização de adesivos estruturais em aplicações no sentido horizontal em comparação ao sistema de chumbador químico de injeção, devido a diferença de procedimento de aplicação. Esta pesquisa apresenta os resultados de um programa experimental onde foram construídas placas de concreto para simular os efeitos das aplicações de chumbador químico de injeção e de adesivo estrutural base epóxi no sentido vertical e horizontal em condições de substrato seco e úmido. O procedimento de chumbador químico de injeção mostrou-se mais uniforme e de melhor desempenho.

Palavra-Chave: Chumbador químico por injeção, Adesivo estrutural a base epóxi, Desempenho, Aplicações no sentido horizontal e vertical, Chumbador em substrato seco e úmido.

Abstract

The diversity of products and constructive solutions found in the construction market and the lack of specific technical material for fixing systems lead to frequent questions regarding the use of the most appropriate system for each situation. In the case of the practice of anchoring rebar with chemical compounds, doubts arise regarding the performance of an anchorage with the use of structural adhesives in applications in the horizontal direction in comparison to the system of chemical anchor of injection due to the difference of application procedure. This research presents results of an experimental program in which concrete slabs were constructed to simulate the effects of the applications with bond anchor of injection and epoxy base structural adhesive in vertical and horizontal direction in conditions of dry and humid substrate. The procedure of bond anchor of injection showed to be more uniform and with better performance.

Keywords: Chemical anchor by injection, epoxy-based structural adhesive, performance, horizontal and vertical applications, anchor in dry and humid substrate.

1 Introdução

Apesar de muitas vezes ser considerada como de importância secundária, a fixação tem papel fundamental dentro da construção civil. Seja na figura de uma bucha plástica, fixando um suporte de televisão na parede, como na configuração de uma haste roscada de aço instalada em conjunto com um sistema de ancoragem química, responsável pela fixação dos pilares metálicos de uma estrutura híbrida, a fixação sempre estará condicionada à segurança e à integridade de um sistema (ÂNCORA, 2015).

Quando existe a necessidade de realizar uma ancoragem de ligação com o uso de vergalhões em um elemento de concreto já existente (pós-instalado), seja por motivo de continuidade de seção ou mesmo por uma metodologia de reforço estrutural, é preciso utilizar produtos que garantam uma ligação com resistência suficiente para transmitir os esforços provenientes da estrutura.

Um dos sistemas mais utilizados na construção civil para vergalhões pós-instalados em concreto é o de chumbadores químicos. Existe uma diversidade de modelos e fabricantes destes produtos no mercado, no entanto, para este uso específico, é comum observar dois sistemas: a utilização de adesivo estrutural e dos chumbadores químicos de injeção.

Este artigo busca analisar o desempenho referente a esses dois métodos de aplicação de resinas químicas para fixação de vergalhões (chumbador químico por injeção e adesivo estrutural base epóxi), comparando seus resultados no ensaio de arrancamento, considerando o comportamento da ancoragem em aplicações no sentido horizontal e vertical e em duas condições de substrato distintas (seca e úmida).

2 Conceituação sobre os sistemas de fixação química

A fixação é o ato de unir um elemento ou componente a outro ou mesmo a um substrato. O resultado dessa união deve proporcionar um “sistema” capaz de suportar os esforços procedentes da ligação e transmiti-los de maneira uniforme para a estrutura. Existem distintas definições do conceito de sistemas de fixação para os diferentes tipos de método construtivo existentes no país, no entanto, o objetivo principal em todos os casos é o de criar um elemento de ligação resistente e que proporcione segurança para seu uso.

O uso de sistema de fixação está sempre ligado à segurança e integridade de um produto e/ou sistema. De acordo com o EUROCODE (2015), as fixações são voltadas exclusivamente para fins estruturais quando a sua falha pode resultar em: colapso total da estrutura; colapso parcial da estrutura; risco à vida humana e conduza a perdas materiais expressivas. Para a determinação e análise de uma de fixação, é possível dividir basicamente o sistema em quatro componentes (HSA, 2006) (Fig. 1):

- a) Chumbador: é o responsável pela transmissão dos esforços. Existem muitos tipos e formatos de chumbadores e seu uso é determinado de acordo com os esforços e o tipo de material base (substrato).

- b) **Material Base ou Substrato:** é onde o chumbador gera a sua ação. Geralmente é formado por concreto, no entanto, pode variar dependendo do tipo de método construtivo.
- c) **Interação:** é o efeito gerado entre o chumbador e o substrato. Dependendo do esforço atuante, essa interação pode ser capaz de resistir ao esforço cortante ou mesmo ao efeito de cone em concreto.
- d) **Placa de base:** também é descrita como peça a ser fixada. Ela é o componente a ser fixado sobre o substrato. Geralmente, é constituída de aço, no entanto, pode variar dependendo do tipo de método construtivo.

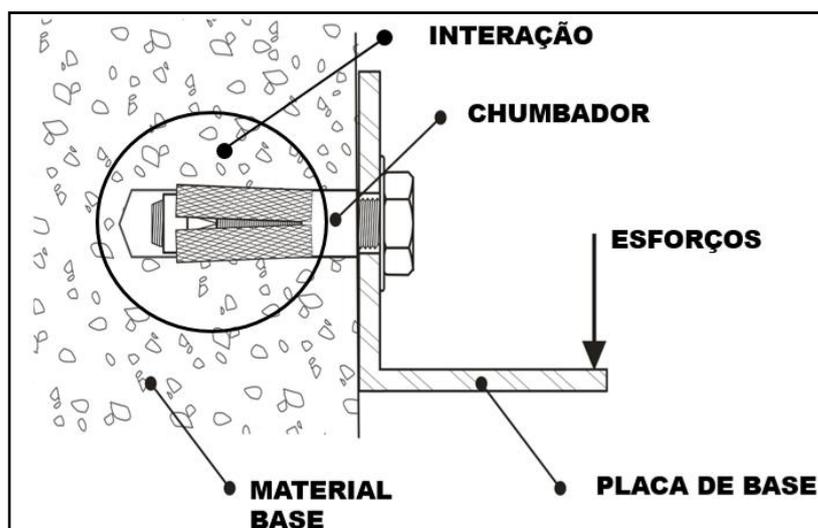


Figura 1 – Detalhe de um sistema de fixação (adaptado de ÂNCORA, 2015)

Em linhas gerais, a definição de chumbador químico consiste na mistura de duas ou mais substâncias que, ao se misturarem, geram uma cadeia de reações químicas. O resultado dessa mistura cria uma substância homogênea com resistência maior que o substrato. As características de adesão e elevada resistência encontradas em chumbadores químicos são proporcionais ao tipo de material com o qual o chumbador é fabricado, podendo promover ainda tempos de secagens reduzidos. Embora existam variações de modelos e aplicações de chumbadores químicos, todos operam utilizando o princípio básico de adesão. A figura 2 demonstra os principais tipos de chumbadores químicos.

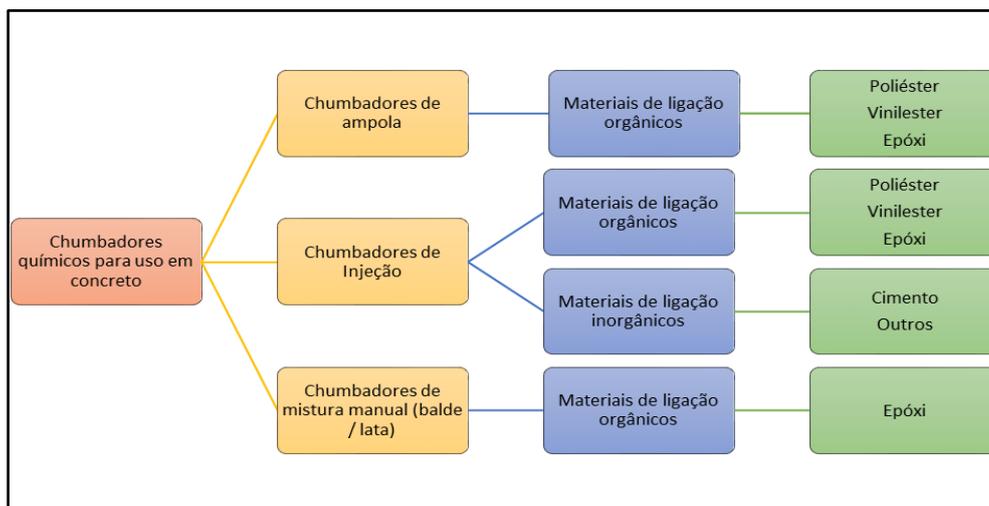


Figura 2 – Chumbadores químicos para uso em concreto (adaptado de ELIGEHAUSEN, MALLÉE E SILVA, 2006)

Em situações de aplicações de chumbadores na direção horizontal, é possível citar como exemplo o uso de arranques em parede diafragma, de vergalhões para aumento de seção de pilares de concreto (reforço estrutural), bem como o uso em elementos pré-fabricados, quando em interfaces de concreto moldado *in loco*. Considerando o uso de fixações na vertical, é possível citar a ancoragem de vergalhões para arranques de pilares ou mesmo arranques de alvenaria.

Nesse artigo serão abordados os chumbadores de injeção e os chumbadores de mistura manual (adesivo estrutural), que foram utilizados para realizar a fixação dos vergalhões ao substrato de concreto em duas condições (seca e úmida) e em duas direções distintas (vertical e horizontal), para posteriormente serem submetidos a esforços de tração (arrancamento) para comparação do seu desempenho.

2.1 Chumbadores químicos de injeção

Segundo Eligehausen, Mallée e Silva (2006), o sistema de injeção de resinas é tipicamente disposto em cartuchos com uma proporção ideal entre endurecedor e resina. Seu processo de mistura ocorre em um bico plástico com tiras helicoidais em seu interior, por intermédio da ação de uma ferramenta manual externa. Pelo fato dos chumbadores químicos terem como principal efeito a adesão, sua aplicação requer um cuidado adicional quanto ao procedimento de limpeza do furo no qual o mesmo será inserido. Após a mistura, os componentes do cartucho reagem quimicamente, criando uma massa homogênea que, após inserida a haste roscada ou vergalhão, deve extravasar pelo furo, de forma a garantir que o mesmo está totalmente preenchido. O tempo de cura da aplicação vai depender da composição química do chumbador utilizado.

2.2 Chumbadores de mistura manual (adesivo estrutural)

Um dos primeiros sistemas químicos de destaque no Brasil, os adesivos estruturais estão entre os materiais mais utilizados dentro da construção civil. De acordo com Sika (2016), ANAIS DO 59º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2017 – 59CBC2017

os sistemas de adesivo estrutural a base de epóxi requerem viscosidades variadas de acordo com a sua utilização. Possui propriedades que vão do preenchimento de fissuras e de ponte de aderência entre o concreto existente e o novo concreto até a fixação de chapas metálicas em concreto e ancoragens em geral. Os adesivos estruturais são fornecidos em dois recipientes distintos (base epóxi e endurecedor) denominados componentes A e componente B. Cada recipiente possui uma quantidade apropriada para a realização de sua mistura, que pode ser realizada manual ou mecanicamente.

3 Estudo Experimental

O contexto do estudo experimental consiste em analisar e comparar o desempenho dos vergalhões pós-instalados em concreto, com o uso de chumbadores químicos de injeção e o sistema comum de adesivo estrutural, com o intuito de representar um cenário com situações rotineiras presentes em uma obra, simulando aplicações em duas direções (horizontal e vertical) e com duas condicionantes de substrato (seca e úmida).

Após a fixação dos vergalhões, considerando a metodologia de aplicação dos sistemas abordados, e respeitados os tempos de cura indicados pelos fabricantes, os vergalhões foram submetidos a ensaios de desempenho, onde foi possível analisar o comportamento de cada sistema.

3.1 Descrição do experimento

Foram confeccionadas oito placas de concreto armado, dispostas nas posições horizontal e vertical (quatro em cada posição). Também foi representado o cenário com presença de umidade em duas placas na posição horizontal e duas placas na posição vertical, para abranger todas as possíveis situações encontradas em campo. Após o término dos 28 dias de cura do concreto, a instalação dos vergalhões foi procedida por um profissional neutro do mercado com experiência no método de aplicação dos dois produtos de ancoragem química em questão e, após o tempo de cura dos produtos, os mesmos foram submetidos a ensaios de resistência à tração (arrancamento) para analisar o comportamento e desempenho de cada sistema.

3.2 Detalhamento do experimento

3.2.1 Execução das placas de concreto

Foram confeccionadas oito fôrmas de madeira nas dimensões de 2,0 m x 1,5 m x 0,30 m (comprimento x altura (ou largura) x espessura) para concretagem das placas. A Fig. 3 demonstra as fôrmas mencionadas.



Figura 3 – Detalhe da fôrma da placa de concreto

3.2.2 Características do concreto, do procedimento de concretagem e controle

Buscando se aproximar das características do concreto presente nas situações de uso referenciadas (parede diafragma, reforço de pilares e elementos pré-fabricados), adotou-se como padrão de uso um concreto fornecido por uma Empresa de Serviços de Concretagem com as seguintes características:

- Classe de agressividade: Classe III (ABNT NBR 12655:2015);
- Classe do concreto: C30 (ABNT NBR 8953:2015) (relação a/c = 0,55 e consumo de cimento de 320 kg/m³).

Depois de concluído o processo de concretagem das oito placas, foi realizada a cura úmida com o uso de mangueira durante três dias e preservado o tempo de 28 dias, para então dar início ao procedimento de aplicação dos vergalhões pós-instalados. Importante destacar que as oito placas foram concretadas num único evento de concretagem, com o mesmo concreto e sob as mesmas condições. Os corpos de prova coletados no dia da concretagem foram ensaiados à compressão, onde foi encontrado um resultado de 36,5 MPa (aos 30 dias de idade).

3.2.3 Definição do vergalhão e comprimento de ancoragem

Para criar um ambiente de análise mais próximo da realidade das aplicações descritas anteriormente, foi definida a utilização de vergalhão CA-50 no diâmetro de 12,5 mm. Para a definição do comprimento de ancoragem, levaram-se em conta os parâmetros presentes na ABNT NBR 6118:2014. O comprimento de ancoragem de um vergalhão, mesmo quando utilizado com sistemas de ancoragem química, pode ser determinado pelo seu comprimento de ancoragem básico (l_b) e verificação do seu comprimento de ancoragem mínimo ($l_{b,min}$) conforme as equações 1 e 2:

$$l_b = \frac{\phi f_{yd}}{4 f_{bd}} \geq 25\phi \quad (312,5 \text{ mm}) \quad (\text{Equação 1})$$

$$l_{b,min} = (\text{maior valor entre } 0,3 l_b; 10\phi \text{ e } 100 \text{ mm}) \quad (\text{Equação 2})$$

Para representar um cenário desfavorável quanto à utilização dos sistemas, e considerando a consulta realizada em projetos existentes, foi definido o comprimento de ancoragem de 150 mm a ser utilizado em todas as situações do estudo experimental.

3.2.4 Disposições das placas e condições do substrato

Foi realizado um total de 96 aplicações, sendo colocados 12 vergalhões em cada placa de concreto (fig. 4), as quais foram numeradas de 01 a 08 e divididas em 4 grupos:

- Grupo 01: 2 placas com aplicações na horizontal com uso de chumbador químico de Injeção e com uso de adesivo estrutural em substrato seco;
- Grupo 02: 2 placas com aplicações na horizontal com uso de chumbador químico de Injeção e com uso de adesivo estrutural em substrato úmido;
- Grupo 03: 2 placas com aplicações na vertical com uso de chumbador químico de Injeção e com uso de adesivo estrutural em substrato seco;
- Grupo 04: 2 placas com aplicações na vertical com uso de chumbador químico de Injeção e com uso de adesivo estrutural em substrato úmido.

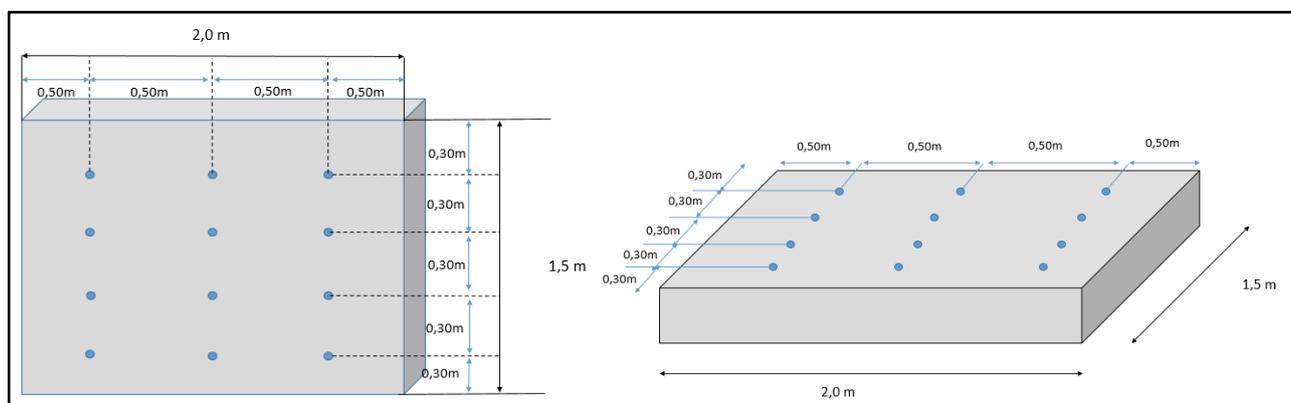


Figura 4 – Detalhe das placas com a localização dos vergalhões, dispostas na vertical (4x) e na horizontal (4x), nas condições seca (2x) e saturada (2x) em cada disposição.

3.2.5 Metodologia de aplicação

Em se tratando de uma pesquisa com caráter científico, cujo objetivo é comparar o desempenho de diferentes sistemas aplicados na mesma situação e não uma relação para definição da qualidade dos produtos utilizados, os sistemas utilizados foram denominados como “Produto A” e “Produto B”. O “Produto A” se refere ao sistema

químico de injeção a base epóxi. O “Produto B” se trata do sistema popular de adesivo estrutural a base epóxi. Por sua vez, a metodologia de aplicação dos produtos foi realizada em conformidade com as fichas técnicas e orientações dos fabricantes dos sistemas de injeção e do adesivo estrutural base epóxi, de forma a seguir as instruções e práticas recomendadas.

3.2.6 Procedimento de aplicação dos chumbadores

Como início das atividades, foram realizadas as perfurações no concreto, o procedimento de saturação das placas da condição úmida, o procedimento de limpeza e o procedimento de aplicação seguindo os parâmetros de cada fabricante (figuras 5, 6 e 7).

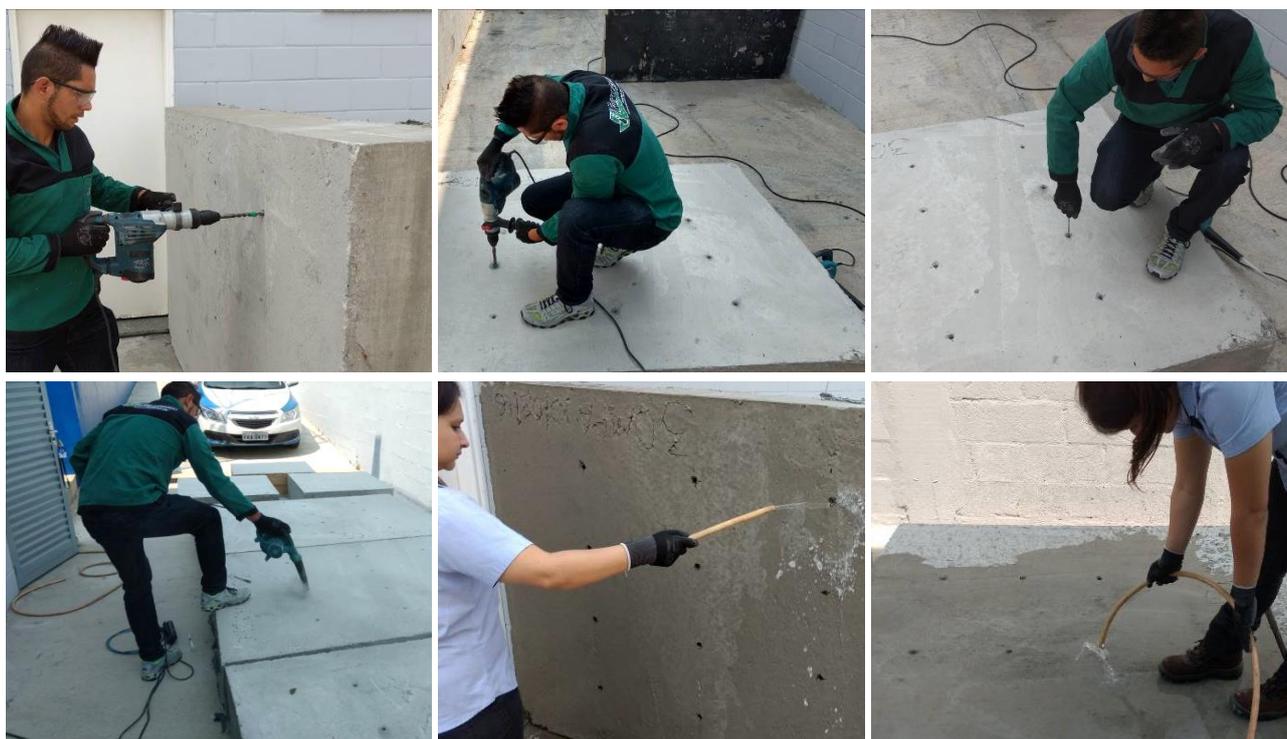


Figura 5 - Detalhe da preparação do furo no material base (substrato).



Figura 6 - Procedimento de aplicação do produto A (injeção).



Figura 7 - Procedimento de aplicação do produto B (adesivo).

3.2.7 Ensaio de desempenho a tração

Concluído o procedimento de aplicação dos vergalhões, foi respeitado o tempo de endurecimento mínimo de 7 dias necessários para as reações principais do sistema epóxi, para dar início à realização dos ensaios de desempenho à tração. Os ensaios de desempenho foram realizados pelo Centro Tecnológico de Controle de Qualidade Falcão Bauer, com base nas premissas presentes na ABNT (2004) e do ETAG (2013). As figuras 8 e 9 demonstram a realização dos ensaios.



Figura 8 – Detalhe da realização dos ensaios com o produto A na posição vertical e horizontal no substrato nas condições seca e úmida



Figura 9 – Detalhe da realização dos ensaios com o produto B na posição vertical e horizontal no substrato nas condições seca e úmida.

4 Resultados e discussão

4.1 Avaliação das aplicações no substrato disposto na horizontal (vergalhão na direção vertical)

Realizando uma comparação direta entre os valores encontrados com os dois produtos, mesmo apresentando comportamentos semelhantes, observa-se uma variabilidade menor entre os resultados do produto A (tabela 1).

Tabela 1 – Análise comparativa da variação das aplicações

Disposição da placa de concreto	Horizontal			
Direção de ensaio	Vertical			
Condição do Substrato	Seco		Úmido	
Produto	Produto A	Produto B	Produto A	Produto B
Carga de ensaio (kN)	87,31	90,32	88,81	88,81
	88,81	84,30	90,32	93,33
	88,81	88,81	88,81	90,32
	90,32	84,30	90,32	90,32
	90,32	84,30	90,32	90,32
	90,32	90,32	90,32	90,32
	90,32	87,31	90,32	57,20
	85,80	88,81	90,32	91,82
	88,81	84,30	90,32	90,32
	90,32	85,80	88,81	90,32
	90,32	87,31	90,32	91,82
	90,32	87,31	90,32	91,82
Média	89,32	86,93	89,94	88,06
Desvio Padrão da População	1,42	2,23	0,65	9,37
Coeficiente Var. da População	1,59%	2,56%	0,72%	10,64%

Analisando as ocorrências encontradas nas aplicações dos vergalhões nas condições úmidas e secas, observa-se uma constância nas ocorrências encontradas na aplicação dos produtos A e B. O comportamento apresentado pelo produto A traduz uma consistência nos resultados obtidos no ensaio de desempenho. Pelo fato da aplicação ser realizada “de dentro para fora”, existe uma garantia de que o produto irá preencher o furo, obtendo-se uma uniformidade no comportamento da ancoragem. Observa-se que, de um total de 24 aplicações realizadas com o produto A (substrato seco e úmido), considerando a disposição do substrato na horizontal (vergalhão na vertical), todas apresentaram o método de falha pela ruptura do aço.

Na análise do produto B, considerando que o sentido de aplicação é favorável por conta da ação da gravidade, a probabilidade de o produto preencher o furo é maior, mesmo realizando as aplicações “de fora para dentro”, no entanto a possibilidade da formação de bolhas de ar pode comprometer a aplicação. Analisando a mesma amostragem de 24

aplicações realizadas com o produto B (substrato seco e úmido), considerando a disposição do substrato na horizontal, 23 apresentaram o método de falha pela ruptura do aço e apenas 01 das aplicações apresentou o método de falha por escorregamento. A ruptura pelo método de escorregamento, nesse caso, se caracterizou pela presença de falhas de aderência entre o vergalhão e o concreto, no entanto, a carga apresentada ficou próxima das demais, onde a ocorrência foi a falha do aço, o que demonstra o efeito da parcela da falta de aderência.

Somente como parâmetro, considerando o valor absoluto da resistência característica ao escoamento do vergalhão CA50 (500 MPa) aplicado a bitola de 12,5 mm o valor encontrado é de aproximadamente 60,80 kN. Nesse caso, desconsiderando somente um ponto fora da curva (valor de carga de ensaio de 57,20 kN), tanto as aplicações realizadas com o produto A quanto com o produto B, nas duas condições de substrato (seco e úmido), atenderiam essa especificação.

4.2 Avaliações das aplicações no substrato disposto na vertical (vergalhão na direção horizontal)

Realizando também uma comparação direta entre os valores encontrados com os dois produtos, com a aplicação horizontal, observa-se uma variabilidade muito grande de desempenho entre o produto A e o produto B (tabela 2).

Tabela 2 – Análise comparativa da variação das aplicações

Disposição da placa de concreto	Vertical			
Direção de ensaio	Horizontal			
Produto	Produto A	Produto B	Produto A	Produto B
Condição do Substrato	Seco		Úmido	
Carga de ensaio (kN)	88,81	66,23	88,81	75,27
	88,81	49,68	76,77	60,21
	88,81	69,24	78,28	60,21
	90,32	70,75	81,29	60,21
	88,81	52,69	75,27	30,11
	88,81	67,74	78,28	33,12
	88,81	61,72	85,80	72,26
	90,32	57,20	84,30	27,10
	88,81	60,21	84,30	37,63
	90,32	81,29	84,30	69,24
	90,32	54,19	84,30	78,28
	90,32	66,23	84,30	51,18
Média	89,44	63,10	82,17	54,57
Desv. Padrão da População	0,74	8,57	3,96	17,62
Coef. Var. da População	0,83%	13,58%	4,82%	32,29%

O comportamento apresentado pelo produto A no substrato seco demonstra uma uniformidade quanto ao comportamento da ancoragem. Do total de 12 vergalhões instalados, todos apresentaram a ruptura pelo método da falha do aço, garantindo o total desempenho da fixação e pouca diferença nos valores absolutos obtidos no ensaio. Na situação em que o produto A foi instalado no substrato úmido, ocorre uma variabilidade mais significativa quanto ao método de falha dos vergalhões, embora com pouca diferença nos valores absolutos obtidos. Do total de 12 vergalhões instalados, 05 apresentaram a ruptura pelo método de falha do aço e 07 apresentaram o método de falha por escorregamento da resina. Em ancoragens realizadas no sentido horizontal, deve-se ter uma atenção maior quanto ao preenchimento do furo, uma vez que nesse caso a ação da gravidade não é benéfica; desta forma, se o furo estiver com a quantidade de resina insuficiente, criará uma área sobre a barra isenta do contato com o chumbador químico, criando um ponto de falha de aderência.

Observando o comportamento apresentado pelo produto B no substrato seco e no substrato úmido, é possível perceber uma grande variabilidade nos valores encontrados no ensaio. Do total de 24 aplicações realizadas, 16 apresentaram o método de falha por escorregamento e 08 apresentaram o método de falha combinada entre a ruptura superficial do concreto e escorregamento (nenhuma com ruptura no aço). Tal fato evidencia que os valores obtidos são de ordem de grandeza diferentes, indicando preliminarmente que o produto, a condição do substrato, mesmo que bem procedida a aplicação, são fatores determinantes, além da direção da aplicação (no caso horizontal, sem benefício da gravidade).

Considerando que as aplicações com o produto A e o produto B foram realizadas nas mesmas condições, fica evidente a menor variabilidade do produto A nas aplicações realizadas no substrato seco e úmido nas duas direções. Esse comportamento pode ser considerado como um claro indicador de melhor desempenho. As figuras 10 e 11 demonstram graficamente as oscilações encontradas em uma mesma amostragem das aplicações realizadas com o produto B em relação à uniformidade de valores encontrados com a utilização do produto A.

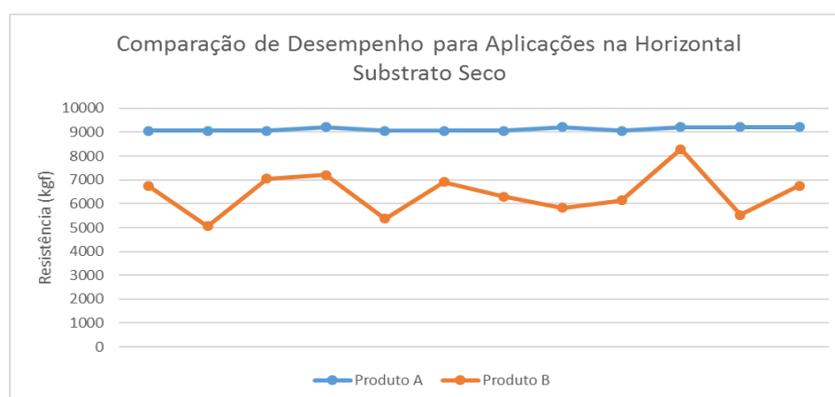


Figura 10 – Comparação gráfica de desempenho em substrato seco.

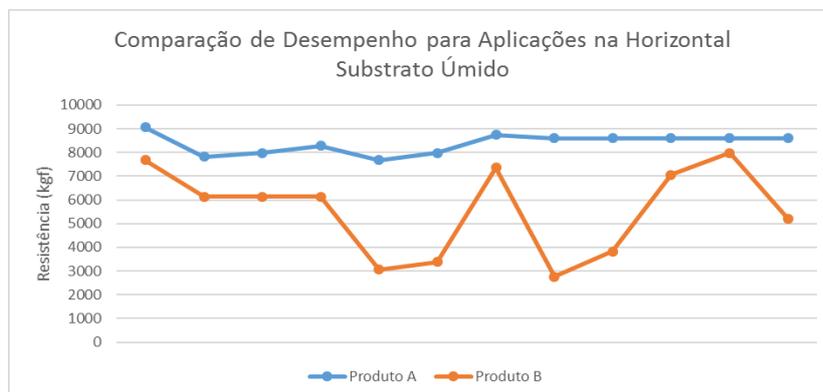


Figura 11 – Comparação gráfica de desempenho em substrato úmido.

Realizando a mesma consideração para o uso do valor absoluto da resistência característica ao escoamento do vergalhão CA-50 aplicado a bitola de 12,5 mm, como base da comparação (60,80 kN), todos os 24 valores encontrados nas aplicações realizadas com o produto A, independentemente das condições do substrato, atenderiam essa especificação. No caso das aplicações realizadas com o produto B, da mesma amostragem de 24, apenas 10 valores atenderiam e poderiam ser aceitos nessa condicionante. Ou seja, seria um sistema reprovável no contexto de um programa de qualidade.

5 Considerações finais

1. Os resultados demonstram uma similaridade de desempenho entre o sistema de chumbador químico de injeção e o adesivo estrutural a base epóxi nas aplicações realizadas na direção vertical, uma vez que o produto, no caso do adesivo estrutural, é vertido de fora para dentro do furo, a ação da gravidade auxilia no preenchimento do espaço entre o vergalhão e o substrato, independentemente da condição do mesmo (seco ou úmido).
2. No caso das aplicações realizadas na direção horizontal, a disparidade de desempenho na comparação do uso do sistema de chumbador químico de injeção em relação ao adesivo estrutural a base epóxi foi muito elevada. As aplicações realizadas com o sistema de injeção demonstraram um comportamento homogêneo, com pouca dependência do operador, caracterizando o desempenho e eficiência do sistema. Isso garante uma confiabilidade na realização de uma especificação técnica com a utilização desse sistema de ancoragem, uma vez que, se aplicadas de forma correta, as fixações apresentarão uma constância no comportamento.
3. No caso das aplicações realizadas com o adesivo estrutural a base epóxi, foi possível comprovar graficamente e visualmente a deficiência do método de aplicação, considerando o sentido da fixação na posição horizontal. Não é possível garantir o preenchimento do furo com a quantidade necessária de produto. É um sistema que está sujeito a muitas variáveis intrínsecas e extrínsecas como, por

exemplo, a total dependência do operador para realizar a mistura dos componentes de forma adequada, a quantidade de produto aplicado não mensurável, entre outros fatores. Esse cenário desfavorece a realização de uma especificação técnica considerando esse tipo de produto para a aplicação na horizontal, pois não é possível garantir que as fixações apresentem uma constância no comportamento, impactando em questões de confiabilidade e segurança estrutural.

6 Referências

ÂNCORA. **Catálogo Técnico**. Vinhedo, 2015. 112 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento (versão corrigida). Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15049**: Chumbadores de adesão química instalados em elementos de concreto ou alvenaria estrutural - Determinação do Desempenho. 1 ed., 2004. 12 p

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

EUROPEAN ORGANISATION FOR TECHNICAL APPROVALS. **ETAG 001**: Guideline for european technical approval of metal anchors for use in concrete. 3 ed. Brussels, 2013. 33 p.

EUROCODE 2. 1992-4-1, CEN: **Design of concrete structures — Part 4: Design of fastenings for use in concrete**. 1 ed. [s. L.], 2015. 117 p.

HEALTH AND SAFETY AUTHORITY.HSA. **Code of Practice for the Design and Installation of Anchors**: Code of Practice. Dublin: Hsa, 2006. 64 p.

SIKA (Brasil). **Ficha técnica**. 2016. Disponível em: <<http://bra.sika.com/pt/grupo-sika-brasil.html>>. Acesso em: 10 out. 2016.

NASCIMENTO, W. O. **Contribuição para a análise comparativa do desempenho de ancoragens de vergalhões, com a utilização de chumbador químico por injeção e adesivo estrutural base epóxi, em elementos de concreto**. São Paulo, 2017. 123 p. Monografia (Especialização) – Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Gestão de Projetos de Sistemas Estruturais – Edificações.