

## **5 Conclusão e sugestões**

### **5.1. Conclusões**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o comportamento dos sistemas de ancoragem compostos de: (1) Placa com pinos únicos isoladas e com influência de bordo; (2) placas isoladas com quatro pinos, para o estudo do efeito de grupo; e (3) duas placas com quatro pinos cada, instaladas próxima uma da outra, com a finalidade de estudar o efeito de interferência dos cones de ruptura. Foi estudado ainda, o comportamento de uma armadura de suspensão ancorada além do cone de ruptura para placa com pinos únicos com influência de bordo e placas isoladas com quatro pinos.

#### **Placa com pinos únicos isoladas e com influência de bordo**

Com base nos valores obtidos nos ensaios de placa isolada foi feita a avaliação dos efeitos de bordo e de agrupamento de pinos. Com a redução da capacidade de carga, causada pelo efeito de bordo, a placa de bordo atingiu 0,59 da carga da placa isolada e a placa de canto atingiu 0,39 da carga de ruptura da placa isolada.

#### **Placas isoladas com quatro pinos**

A placa de quatro pinos atingiu o valor de 1,55 da carga de ruptura da placa isolada, ou seja, a placa de quatro pinos teve grande redução de desempenho devido ao efeito de grupo para o caso estudado, cuja carga esperada seria quatro vezes o valor da carga de ruptura da placa isolada caso os pinos tivessem sido instalados com distâncias de eixo a eixo além da distância crítica.

#### **Duas placas com quatro pinos**

Nos ensaios de duas placas com quatro pinos a redução da capacidade de carga devido à sobreposição dos cones de ruptura, com relação ao valor da carga de ruptura de duas placas de quatro pinos isoladas, foi de 16,8% para a

distância de eixo a eixo de 325 mm e 31,0% para a distância de eixo a eixo de 200 mm.

### **Armadura de suspensão**

Nos ensaios de placas de canto o emprego da armadura de suspensão não se mostrou eficiência. É válido lembrar que foram realizados apenas dois ensaios em placas de canto para obtenção do valor médio da carga de ruptura o que tonou o resultado dos ensaios pouco conclusivos neste caso. Para o uso da armadura de suspensão em placas de bordo houve um acréscimo de 20% no valor médio da carga de ruptura. As armaduras de suspensão se mostraram mais eficientes quando utilizadas em placas de quatro pinos, aumentando em 58,4% o valor médio da carga de ruptura.

### **Ângulo de ruptura**

O valor do ângulo médio da superfície de ruptura com relação a um plano perpendicular ao eixo do chumbador, obtido na face do bloco, foi de 30° para a placa sem armadura de suspensão e 46° para placa com armadura. Nos ensaios de placas de bordo o ângulo médio de ruptura, na face do bloco, ficou em torno de 31° considerando ou não a utilização da armadura de suspensão. Nestes ensaios quando é considerado o ângulo obtido num plano perpendicular à face, o valor obtido foi um pouco maior, cerca de 40°. Para os ensaios de placas com quatro pinos o valor do ângulo de ruptura ficou em torno de 32°. Deve-se ressaltar que este valor é observado próximo da cabeça do pino, pois próximo da superfície do bloco ocorre o espalhamento da superfície de ruptura, apresentando um ângulo menor, principalmente nestes casos.

### **Comparação entre os resultados teóricos e experimentais**

A comparação entre os resultados teóricos do método  $\psi$  e experimentais, de modo geral, mostra uma boa aproximação. Por exemplo, a relação entre carga teórica e experimental obtida para placas de pino único isoladas de 0,91 pode ser considerado uma boa aproximação, uma vez que a variação dos valores obtidos experimentalmente para esta mesma série de ensaio variou em proporção semelhante. Os valores teóricos se aproximaram ainda mais dos resultados experimentais nos ensaios de placa de canto e nos ensaios de placa de bordo, com o valor obtido experimentalmente superando em 6% o valor calculado para placa de canto e em apenas 2% nos ensaios com placas de bordo.

A comparação entre os resultados teóricos do método de Bode, Hanenkamp & Roik e experimentais apresentou excelente aproximação para carga de ruptura de placas isoladas de pino único e de quatro pinos, com uma diferença de apenas 3% na relação entre carga teórica e experimental. Já os resultados obtidos nos ensaios de placa de pino único de canto e de bordo não se mostraram satisfatórios, uma vez que a relação entre carga teórica e experimental mostra que o valor obtido experimentalmente superou em 79% o valor calculado para placa de canto e em 96% o valor calculado para placa de bordo. Entretanto, a equação desenvolvida pelos autores sugere que um melhor ajuste entre carga teórica e experimental é obtido quando o comprimento de ancoragem é maior do que o apresentado neste estudo.

## **5.2. Sugestões para trabalhos futuros**

Estudar o emprego da armadura de suspensão nos ensaios de duas placas de ancoragens trabalhando juntas.

Verificar a eficiência de armaduras de suspensão posicionada costurando o cone de ruptura do concreto, semelhante à armadura utilizada no caso de punção em lajes.

Estudar o comportamento destes sistemas de ancoragens sob carga cisalhante ou tração e cisalhamento combinados.

Avaliar o desempenho da armadura de suspensão em todos os casos estudados.