

7

Considerações Finais

Foi apresentada neste trabalho a fundamentação teórica e a metodologia de determinação de resistência e rigidez de ligações semi-rígidas viga-coluna em aço e mistas, aparafusadas com placa de extremidade, visando realizar uma revisão bibliográfica do método apresentado nos Eurocode 3 [1] [2] [3] e Eurocode 4 [4].

Também foi apresentada a implementação do programa SRJ Tool, que avalia o comportamento das ligações semi-rígidas em aço e mistas, o qual permite agilizar o estudo de vários modelos deste tipo de ligação.

Baseados num pequeno estudo numérico inicial de alguns parâmetros que mais influenciam no comportamento das ligações, foram realizados ensaios experimentais em laboratório, de modo a estudar o caminho de transmissão de esforços em ligações semi-rígidas mistas, levando em consideração a laje de concreto, as barras de armadura, os conectores de cisalhamento, a mesa da viga e a interação entre todos estes principais elementos que compõe o conjunto responsável pela resistência e rigidez de ligações em regiões de momento negativo.

7.1.1

Conclusões

A inexistência de uma ferramenta de análise e dimensionamento de ligações semi-rígidas foi a principal motivação do presente estudo, iniciado em Ramires [5] e complementado neste trabalho com a inclusão da avaliação do modelo misto *aço x concreto*. O objetivo do SRJ Tool foi a criação de uma ferramenta viável, prática e com grande poder de avaliação. A praticidade do programa traduz-se na interface amigável com o usuário. Outra característica importante a ser implementada é a possibilidade deste programa gerar resultados que venham determinar o real comportamento destas ligações, através das suas principais propriedades, rigidez e resistência, obtendo resultados confiáveis.

Foi demonstrado que o SRJ Tool é um programa seguro e capaz de satisfazer a necessidade de qualquer projeto estrutural de ligações em aço e mistas *aço x concreto* viga-pilar com placa de extremidade parafusada.

O desenvolvimento de um ensaio de pull-out modificado, inédito nas pesquisas foi realizado com sucesso apesar de surpresas ocorrerem com relação à resistência da solda entre conectores de cisalhamento e mesas da viga. A criação de um sistema de travamento para este ensaio pull-out foi uma tarefa árdua, devido aos vários fatores limitantes que ocorreram durante todo o processo de ensaio. Entretanto, o resultado foi um eficiente sistema de travamento que possibilitou, após várias tentativas, diversos ensaios, alcançando solicitações de mais de 50 toneladas. O sistema de montagem e desmontagem tornou-se muito simples, podendo realizar ensaios rapidamente. Sendo assim os estudos realizados para este ensaio foram hábeis e possibilitou que todos fossem realizados com sucesso.

O ensaio pull-out modificado propriamente dito também obteve resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento dos ensaios, sendo aceitável seu desempenho para a obtenção dos resultados já apresentados.

Analisando-se os resultados dos pré-ensaios pode-se concluir que foi extremamente útil como preparação dos ensaios definitivos e para obtenção de resultados finais. A leitura dos extensômetros foi eficiente nos dois pré ensaios, com exceção das varetas, que tinham o objetivo de acompanhar a deformação da laje de concreto e o mesmo não ocorreu. Com esse resultado ineficiente inicialmente analisado, não foram utilizadas as varetas nos ensaios definitivos.

O pré-ensaio 0.1 obteve sucesso na determinação do modo de colapso, ou seja, ruptura da barra da armadura por tração. No entanto, o valor de ruptura previsto foi mais baixo que o valor de ruptura do ensaio, mostrando ineficiência no modo de determinação desta resistência.

O pré-ensaio pull-out 0.2 não obteve o mesmo sucesso na determinação do modo de colapso que o pull-out 0.1, pois era previsto que ocorresse a ruptura da barra de armadura. Na realidade o que ocorreu foi o colapso dos conectores de cisalhamento. Isto foi previsto pois após a análise dos resultados do ensaio do pull-out 0.1 já havia uma provável alteração no seu modo de ruptura devido à obtenção de uma maior resistência nas barras de armadura, tendo os conectores de cisalhamento como elementos de menor resistência nesse conjunto,

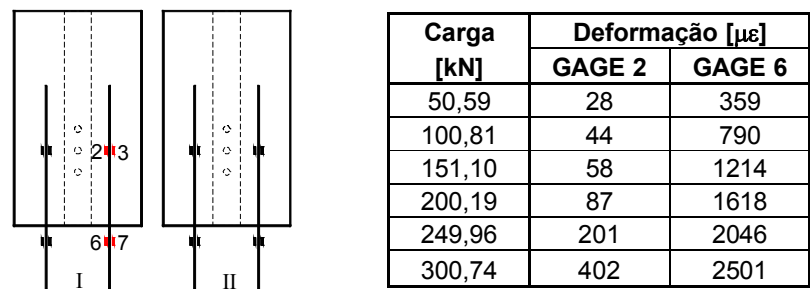
rompendo com uma carga bem próxima a da prevista. Pode-se concluir que a resistência do conector de cisalhamento não foi alterada pela região de momentos negativos, onde a laje de concreto se encontra fissurada.

A série de ensaios PO-1X teve como modo de ruína teórico a ruptura na barra. No entanto, sucederam-se problemas com os conectores de cisalhamento nos ensaios PO-11 e PO-12 ocorrendo colapso na solda entre os mesmos e a mesa da viga, sendo invalidados para a análise da ruptura da barra da armadura e também da ruptura dos conectores de cisalhamento. O ensaio PO-13 obteve sucesso na determinação da previsão do modo de colapso, mas, como ocorreu no ensaio PO-0.1, a ruptura ocorreu com uma carga acima da prevista. Sendo assim, confirma-se a hipótese de que a resistência da barra de armadura é bem maior do que a prevista. Desta forma, é coerente estudar uma nova forma de determinação desta resistência a tração, utilizando os resultados experimentais obtidos para uma previsão mais precisa de resistência da mesma.

Uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto é apresentada para cada ensaio nas tabelas a seguir.

Na **Tabela 7.1** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo à laje de concreto, do ensaio PO-11. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.6**.

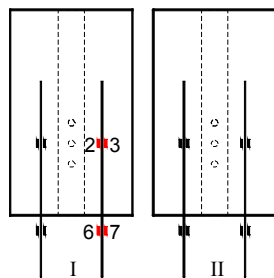
Tabela 7.1 – Comparação entre extensômetro (GAGE 2) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 6) externo a laje de concreto. PO-11



Através da **Tabela 7.1** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.2** é apresentada uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-12. Os dados apresentados na tabela a seguir podem ser observados graficamente na **Figura 6.15**.

Tabela 7.2 – Comparação entre extensômetro (GAGE 2) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 7) externo a laje de concreto.P0-12

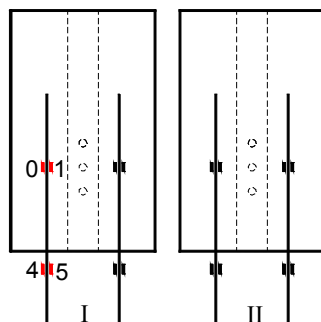


Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 2	GAGE 7
40,48	14	889
100,58	26	1513
140,72	38	1906
200,51	76	2366
250,48	217	2644
300,15	433	3043
350,06	708	4248

Através da **Tabela 7.2** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.3** é apresentada uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-13. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.21**.

Tabela 7.3 – Comparação entre extensômetro (GAGE 0) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 5) externo a laje de concreto. PO-13



Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 0	GAGE 5
50,39	3	73
100,47	4	281
150,72	6	568
200,21	8	839
250,15	10	1088
300,17	17	1347
350,15	35	1627
400,26	66	1868
50,38	22	2129
500,09	620	3134

Através da **Tabela 7.3** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

A série de ensaios PO-2X não obteve resultados satisfatórios devido ao colapso da solda dos conectores de cisalhamento nos ensaios PO-21 e PO-23. No entanto pode-se observar que a carga de ruptura aumentou devido ao acréscimo de um conector de cisalhamento. No ensaio PO-22 ocorreu um problema com a aplicação da carga na alma da viga metálica ocorrendo flambagem na mesma, alterando os resultados.

Na **Tabela 7.4** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-21. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.36**.

Tabela 7.4 – Comparação entre extensômetro (GAGE 19) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 27) externo a laje de concreto. PO-21

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 19	GAGE 27
40,31	183	857
100,41	224	1338
140,56	250	1550
201,35	287	1728
242,11	309	1838
300,51	337	1979
350,49	393	2118
400,11	471	2259

Através da **Tabela 7.4** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.5** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-22. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.44**.

Tabela 7.5 – Comparação entre extensômetro (GAGE 5) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 12) externo a laje de concreto. PO-22

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 5	GAGE 12
40,01	297	630
100,58	312	1058
141,28	336	1285
200,79	370	1613
241,50	392	1830
300,22	426	2099
350,82	543	2337
400,48	693	2467
450,44	811	2555
500,22	903	2603

Através da **Tabela 7.5** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.6** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-23. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.52**.

Tabela 7.6 – Comparação entre extensômetro (GAGE 5) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 13) externo a laje de concreto. PO-23

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 5	GAGE 13
40,66	55	766
101,24	69	1242
141,86	81	1307
201,80	100	1435
241,80	111	1495
300,47	128	1587
350,79	164	1646
400,18	236	1720

Através da **Tabela 7.6** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na série de ensaios PO-7X novamente ocorreu a ruptura na solda dos conectores de cisalhamento nos ensaios PO-71 e PO-73. Já no ensaio PO-72, o modo de colapso e a carga de ruptura foram determinados com sucesso, pois a barra de armadura perdeu sua aderência e sua resistência a ancoragem não

resistiu às solicitações impostas, com uma carga de ruptura consideravelmente próxima a prevista e a correta previsão do modo de ruptura. Os resultados obtidos no ensaio PO-72 mostram que a determinação da transmissão dos esforços através desse modo de colapso possui grande validade na determinação da resistência dos elementos que compõe a região da laje de concreto tracionada.

Na **Tabela 7.7** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-71. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.64**.

Tabela 7.7 – Comparação entre extensômetro (GAGE 1) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 4) externo a laje de concreto. PO-71

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 1	GAGE 4
40,33	77	-7
100,78	87	156
140,75	96	398
200,56	108	744
250,15	165	1002
300,79	271	1256
350,74	436	1504
400,38	597	1719

Através da **Tabela 7.7** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.8** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-72. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.75**.

Tabela 7.8 – Comparação entre extensômetro (GAGE 10) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 14) externo a laje de concreto. PO-72

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 10	GAGE 14
40,26	29	245
101,69	38	634
143,47	48	880
200,98	62	1198
240,46	80	1441
300,02	173	1837
350,19	305	2115
400,18	482	2355
450	671	2540

Através da **Tabela 7.8** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.9** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-73. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.82**.

Tabela 7.9 – Comparação entre extensômetro (GAGE 1) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 4) externo a laje de concreto. PO-73

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 1	GAGE 4
41,24	27	628
101,33	46	907
141,66	63	1099
202,26	87	1391
241,96	129	1582
300,24	301	1855
350,42	403	2083
401,16	544	2302

Através da **Tabela 7.9** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Da série de ensaios PO-8X foram extraídos bons resultados em PO-82 e PO-83, sendo que ocorreu uma modificação na sua estrutura, desviando a solicitação dos conectores de cisalhamento para as barras de armadura, ocorrendo a provável ruptura na resistência da ancoragem, com valores de carga

bem próximos aos já obtidos, levando a confirmar a hipótese que a determinação da resistência da ancoragem foi feita de maneira correta para esta situação.

Na **Tabela 7.10** é apresentada uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-81. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.96**.

Tabela 7.10 – Comparação entre extensômetro (GAGE 5) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 12) externo a laje de concreto. PO-81

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 5	GAGE 12
40,88	82	1404
101,56	106	1987
141,60	149	2363
200,33	370	2730
250,53	605	2818

Através da **Tabela 7.10** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.11** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-82. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.109**.

Tabela 7.11 – Comparação entre extensômetro (GAGE 17) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 24) externo a laje de concreto. PO-82

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 17	GAGE 24
40,92	0	624
101,18	3	1135
141,23	5	1388
201,02	11	1536
242,19	19	1668
300,83	4	1839
330,67	57	2009
400,74	84	2275
450,89	139	2560

Através da **Tabela 7.11** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Na **Tabela 7.12** apresenta-se uma comparação entre os comportamentos de um extensômetro imerso e outro externo a laje de concreto, do ensaio PO-83. Os dados apresentados na tabela abaixo podem ser observados graficamente na **Figura 6.120**.

Tabela 7.12 – Comparação entre extensômetro (GAGE 17) envolvido pelo concreto e extensômetro (GAGE 24) externo a laje de concreto. PO-83

Carga [kN]	Deformação [$\mu\epsilon$]	
	GAGE 17	GAGE 24
40,86	46	31
101,19	73	132
140,70	95	216
200,56	128	433
250,82	187	610
300,39	289	835
350,68	433	1092
400,57	762	1540
445,91	1339	2335

Através da **Tabela 7.12** observa-se com clareza a influência do concreto que envolve a barra de armadura e a contribuição de rigidez e resistência para esta barra de armadura.

Analisando os resultados obtidos nos ensaios na forma de efeitos, compara-se duas séries de ensaios, PO-1X, PO-2X, PO-7X e PO-8X, representados pelos ensaios PO-13, PO-22, PO-72 e PO-82, os quais possuem parâmetros e resultados comparativos apresentados na **Tabela 7.13** a **Tabela 7.15**.

Tabela 7.13 – Efeitos entre os ensaios PO-13 e PO-72, visando o comprimento de ancoragem.

Parâmetros	Ensaio	
	PO-13	PO-72
lb. [mm]	650	450
ϕb [mm]	16	20
conector espaçam. [mm]	200	100
nº barras	2	2
nº conectores	2	3

Resultados	Ensaio	
	PO-13	PO-72
Carga Ruptura [kN]	516	448
Modo Ruptura	ruptura barra	ruptura ancoragem

onde:

lb. = comprimento de ancoragem;

ϕb = diâmetro da armadura.

Observando alguns elementos de cada modelo, conclui-se o motivo de cada um de seus modos de ruptura. O ensaio PO-72, que rompeu pelo colapso da ancoragem, o menor comprimento de armadura embutido no concreto igual a 450mm, 150 mm a menos que o ensaio PO-13, o qual possui 650mm, tendo um ganho de resistência na ancoragem de aproximadamente 30%. Esta diferença foi comprovada na carga de ruptura das mesmas. No entanto, também deve ser observado que o diâmetro destas séries de ensaios comparados diferenciam-se, sendo que o ensaio PO-13 possui um diâmetro de 16mm, menor que o ensaio PO-72, com um diâmetro de 20 mm, totalizando uma área de 201mm² e 314mm² respectivamente. Com uma diferença de área em torno de 113mm², obtem-se um ganho de resistência de ancoragem para o ensaio PO-72, devido ao seu diâmetro de maior seção transversal.

Contabilizando os dados que diferenciam-se nos ensaios, os mesmos tornam-se coerentes e justificam as diferenças nos resultados para as cargas de ruptura, independente do número de conectores e espaçamento entre os mesmos.

Tabela 7.14 – Efeitos entre os ensaios PO-22 e PO-82, visando o comprimento de ancoragem.

Parâmetros	Ensaio	
	PO-22	PO-82
lb. [mm]	500	300
ϕb [mm]	20	16
conectr espaçam. [mm]	200	100
nº barras	4	4
nº conectores	3	2

Resultados	Ensaio	
	PO-22	PO-82
Carga Ruptura [kN]	522	474
Modo Ruptura	flambagem alma	ruptura ancoragem

Com um modo de ruptura inesperado, no ensaio PO-22 ocorreu a flambagem da alma do perfil de aço com uma carga de 522 kN, não sendo possível alcançar o seu modo de ruptura previsto, que era a ruptura dos conectores de cisalhamento com uma carga de 713 kN. No ensaio PO-82, sua carga de ruptura foi muito próxima da prevista, no entanto o modo de ruptura não coincidiu com o previsto. Observando a tabela de parâmetros desta comparação pode ser concluído que com um comprimento de ancoragem de 300mm e um diâmetro inferior ao do ensaio PO-22 seria coerente acreditar que a ruptura ocorreria pelo colapso da ancoragem da barra da armadura, baseado nos resultados já apresentados, independente do número de conectores de cisalhamento e espaçamentos, que não contribuíram significativamente nestes resultados.

Uma comparação dos efeitos pode ser observada também através do volume de armadura utilizado em cada ensaio. Compara-se na **Tabela 7.15** os resultados dos ensaios de pull-out.

Tabela 7.15 – Efeitos entre os ensaios PO-13, PO-22, PO-72 e PO-82, visando o volume de armadura na laje.

Ensaio	ϕb	Ab1	nº barras	Ab2	lbarr	Vb
	[mm]	[mm ²]		[mm ²]	[mm]	[mm ³]
PO-13	16	201	2	402	650	261300
PO-22	20	314	4	1256	500	628000
PO-72	20	314	2	628	450	282600
PO-82	16	201	4	804	300	241200

Resultados	Ensaio			
	PO-13	PO-22	PO-72	PO-82
Carga Ruptura	516 kN	522 kN	448 kN	474 kN
Modo Ruptura	ruptura barra	flambagem alma	ruptura ancoragem	ruptura ancoragem

onde:

ϕb = diâmetro da barra ;

Ab1 = área da barra de armadura;

Ab2 = área total das barras de armadura;

lbarr = comprimento da barra;

Vb = volume total da barra.

A primeira observação a ser feita é com relação ao ensaio que possui o maior volume de armadura, PO-22, que obteve a maior carga de ruptura, a qual, poderia ser maior se não ocorresse a inesperada flambagem da alma. O maior comprimento de ancoragem, PO-13, demonstra que este parâmetro tem grande influência no aumento da carga de ruptura, apesar de não ter o maior volume de armadura na laje de concreto, ficando com a segunda maior carga de ruptura dos ensaios comparados. Os dois ensaios comparativos apresentados no final da **Tabela 7.15**, demonstram a fragilidade encontrada no comprimento de ancoragem, apresentando um volume de aço consideravelmente baixo em relação ao do ensaio PO-22, podendo ser observado que independente do diâmetro e a quantidade de barras, o comprimento de ancoragem apresentado nos ensaios PO-72 e PO-82 possuem volume insuficiente de aço para resistir a tais solicitações, sendo este o parâmetro mais influente na determinação da carga de ruptura dos ensaios.

Uma avaliação dos elementos que compõe o pull-out representando elementos de ligação é necessário.

O perfil metálico comportou-se bem diante das solicitações, como por exemplo com os altos esforços de compressão, e resistiu bem as solicitações quanto a flambagem local, considerando a estrutura auxiliar associada ao perfil. Na comparação com a ligação propriamente dita, o perfil metálico não se comporta de maneira semelhante, pois a ligação está submetida a flexão, enquanto o mesmo só é solicitado ao esforço axial.

Os conectores de cisalhamento foram colocados perfeitamente como utilizados nas ligações, desempenhando com eficiência a resistência ao esforço cortante, solicitado pelo deslizamento entre laje de concreto e perfil metálico, levando em consideração a solda dos conectores executada perfeitamente.

A laje de concreto desenvolveu um comportamento previsto, formando fissuras na direção perpendicular ao comprimento do perfil e barras de armadura, com maior concentração onde se encontram os conectores de cisalhamento, sendo assim o resultado do comportamento da laje de concreto é satisfatória.

As barras de armadura desempenham o comportamento satisfatório quanto a comparação ao comportamento de uma ligação, pois a resistência a ancoragem ocorreu de forma eficiente, aumentando a rigidez e resistência da mesma, resistindo as altas solicitações.

O modelo pull-out, desempenhou um comportamento adequado, bem próximo as previsões dos ensaios. Sendo ainda necessário a realização de modelos em escala real para maior calibração do modelo experimental pull-out.

7.1.2

Contribuições do Trabalho

Nesta pesquisa, a contribuição preponderante está na continuidade de pesquisas existentes através de revisões bibliográficas e novos entendimentos, propor novas considerações e também na implementação de novos parâmetros de avaliação, desenvolvidos nesse trabalho, objetivando o desenvolvimento de tecnologia para novas linhas de pesquisa. O desenvolvimento da ferramenta computacional SRJTool capaz de avaliar ligações semi-rígidas em aço e mistas. A confecção do modelo experimental utilizado nos ensaios de laboratório, pull-

out modificado, modelo inédito, que determina o comportamento da região dos apoios sob tração, ou seja, solicitação ao momento fletor negativo, e avalia a resistência e a rigidez dos principais elementos que compõe essa região, contribuindo para coleta de dados experimentais e comprovação prática do comportamento ideal de uma ligação mista.

Através da combinação de equações do Eurocode 3 e 4, Nethercot [6] e CEB-FIP [21] determina-se um comprimento de alongamento das barras de armadura de modo coerente, obtendo uma rigidez mais próxima das deformações reais, fornecendo assim resultados mais confiáveis. Através da combinação coerente destes recursos pode-se citar também a contribuição do conector de cisalhamento, que é o utilizado, não sendo levado em consideração apesar de sua grande contribuição na rigidez e resistência do sistema estrutural das ligações. O controle considerável na fissuração da laje de concreto, podendo determinar com certa precisão a fissuração da laje, a qual determina a utilização da combinação da armadura x concreto, a qual eleva a resistência e a rigidez da estrutura.

A combinação dos efeitos ajuda no entendimento da contribuição revelada através do caminho de transmissão de esforços, onde cada componente é interpretado, mostrando sua real contribuição para o sistema de transmissão e sua parcela de contribuição para a resistência e rigidez.

7.1.3

Sugestão para Trabalhos Futuros

Com relação aos ensaios de laboratório várias sugestões podem ser feitas, como por exemplo, a utilização de modelos de ensaio pull-out com menores dimensões, facilitando o manuseio de movimentação do mesmo, reduzindo gastos com materiais, podendo realizar maior número de ensaios e ocupando menores espaços para armazenamento e cura do concreto. A utilização de perfis metálicos de menores alturas também possibilita a melhoria no manuseio do modelo pull-out, sendo que se sugere a utilização de perfis tipo pilar, altura do perfil igual a largura das mesas, dificultando a flambagem local, e mesas mais largas para melhor apoiar as lajes de concreto e facilitam soldagem dos conectores de cisalhamento.

Quanto a instrumentação utilizada, sugere-se a confecção de suportes eficientes e práticos para a sustentação dos LVDT's.

Uma importante sugestão para trabalhos futuros é a realização dos ensaios em escala real, num pórtico cruciforme, previstos inicialmente neste trabalho, possibilitando a obtenção de melhores resultados de variáveis que se tornam impossibilitadas de serem estudadas coerentemente nos ensaios de pull-out, como a largura efetiva colaborante da laje que contribui para a resistência e rigidez da ligação em regiões de momento negativo. Também faz-se necessário uma modelagem computacional refinada por elementos finitos para buscar uma calibragem dos modelos computacionais, associada com uma avaliação do comportamento dinâmico.