Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC -
Como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Civil

ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA TRATADA E MADEIRA NATURAL

Thaís dos Santos de Souza (1), Márcio Vito (2);

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) thaisouza92@hotmail.com, (2) marciovito@unesc.net

RESUMO

O Brasil possui uma vasta extensão territorial com grandes reservas florestais. No entanto a madeira para fins estruturais não é devidamente explorada na construção civil. O presente artigo tem por objetivo apresentar uma revisão bibliográfica abrangente sobre o comportamento mecânico dos elementos estruturais da madeira natural, ou seja, sem tratamento químico em comparação com os elementos estruturais de madeira com tratamento de preservação química, especificamente o processo de tratamento do tipo CCA. Foram realizados ensaios de umidade, dureza, tração, compressão e flexão a quatro pontos, para testar a capacidade de resistência de seis amostras de vigas em dimensões de 10,5 cm x 10,5 cm de seção transversal e 200 cm de comprimento, sendo três tratadas, e três não tratadas. Além disso, realizou-se uma análise microscópica nas peças rompidas. Com base nos resultados obtidos através dos ensaios, a madeira tratada com impregnação por pressão elevada com preservativo do tipo CCA, adquiriu resistência mecânica, se comparada à mesma peça de madeira sem nenhum tratamento químico. Na resistência à flexão, o acréscimo foi de 23,90%, e 75,81% de aumento na resistência à tração. Na compressão axial os resultados se mantiveram dentro do desvio padrão, não havendo diferenças significativas entre as amostras. Com referencia a degradação das fibras apontadas por alguns autores para madeira tratada para o caso em estudo apresentou somente para madeira natural sem tratamento, quando sujeitas ao carregamento, levando a evidências de um material mais frágil quando comparado à madeira tratada.

Palavras-Chave: Madeira Tratada, CCA, Resistência mecânica.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma vasta extensão territorial com grandes reservas florestais. No entanto a madeira para fins estruturais não é devidamente explorada na construção civil. O número de construções em madeira é relativamente pequeno, e isto ocorre devido a fatores que vão desde a intensa tradição em construções de alvenaria e principalmente pelo desconhecimento de sua potencialidade como material de construção.

Segundo Moraes (2012), a madeira, é um material de grande disponibilidade e acesso possui elevada resistência mecânica à tração e à compressão, além de

proporcionar bom isolamento térmico, elétrico e acústico. Devido à sua facilidade de manuseio e processamento, tornou-se uma das primeiras e principais matérias-primas a serem empregadas pelo homem. Sua utilização abrange as mais diversas aplicações, como a Construção Civil e Arquitetura, a indústria papeleira e de energia, a marcenaria, entre outros.

Além das vantagens que aponta Moraes (2012), o seu uso como elemento estrutural passa ainda em nossos tempos por preconceitos devido ao desconhecimento de suas potencialidades, principalmente no que tange a sua durabilidade. No intuito de sanar este problema, algumas técnicas têm sido adotadas, entre elas o uso do processo de preservação em autoclave sobpressão do tipo Arseniato de Cobre Cromatado (CCA).

O CCA, também conhecido como Celcure, é o preservativo hidrossolúvel mais utilizado em todo o mundo, com uma tradição de uso que remonta há mais de setenta anos (SILVA, 2006). Segundo a Associação Brasileira de Preservadores de Madeira, para elementos estruturais em madeira, este processo visa atenuar a variabilidade das propriedades mecânicas, químicas e físicas decorrentes de sua degradação perante aos agentes de intemperismo físicos e biológicos (ABPM, 2014).

De acordo com pesquisas efetuadas na região do extremo sul catarinense as madeiras tratadas através do processo CCA, efetuadas por empresas de preservação em autoclaves oferecem uma garantia de 10 a 15 anos de vida útil.

Na América Latina, o Brasil aparece como o maior consumidor de madeira tratada, com aproximadamente 700.000 m^3/ano, sendo a maior parte oriunda de florestas plantadas de eucalipto (93,5%) e pinus (6,5%). Deste total, a grande maioria é tratada com CCA, aplicada na produção de moirões (62%), postes (30%), dormentes (5%) e para a construção civil (3%) (SILVA, 2006).

O Processo de tratamento do tipo CCA é classificado em três tipos, de acordo com as diferentes formulações e as variações das porcentagens de cobre, cromo e arsênico. No Brasil, o tipo mais utilizado é o tipo C de acordo com o prescrito na NBR 8456:1984, que apresenta cromo, como CrO3, (47,5 %), cobre, como CuO, (18,5 %) e arsênico, como As2O5 (34,0 %) (AWPA, 1996 apud APPEL et al 2007).

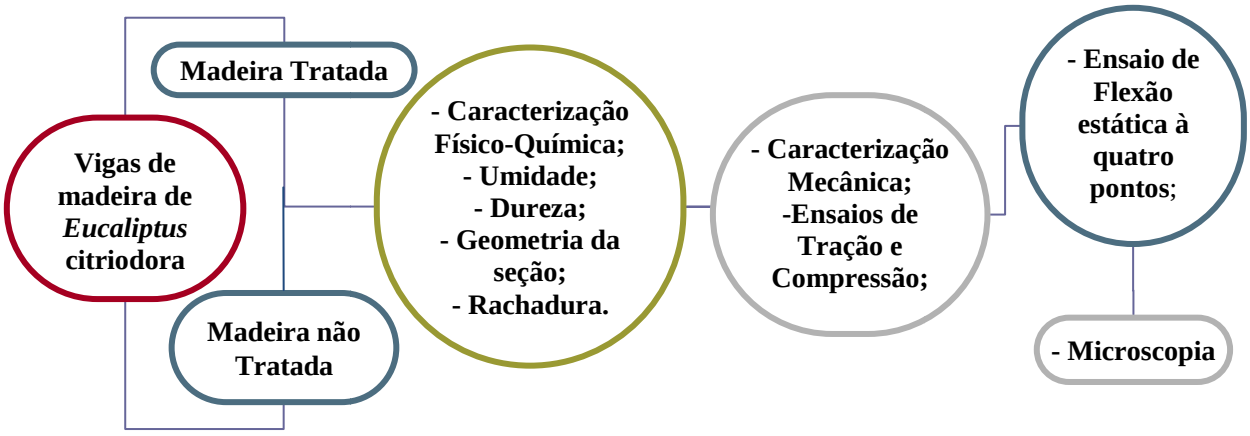
O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma revisão bibliográfica abrangente sobre o comportamento mecânico dos elementos estruturais da madeira natural, ou seja, sem tratamento químico em comparação com os elementos

estruturais de madeira com tratamento de preservação química, especificamente o processo de tratamento com CCA.

Essas informações poderão servir de subsidio para sanar possíveis lacunas existentes na NBR 7190:1997, com relação ao desempenho mecânico de peças estruturais tratadas com preservativo CCA. Colaborando dessa forma, para a construção de edificações mais seguras e também para a redução de preconceitos relativos ao uso desse material na construção civil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais expostos nesse trabalho foram realizados no I-Parque (Parque Científico e Tecnológico) que pertence a Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Os ensaios foram executados de acordo com as normas, NBR 7190:1997 e a norma EC5: 2004, EN 1995-1-2. Os materiais e métodos utilizados neste trabalho estão relacionados no fluxograma a seguir:



2.1 MADEIRA

A madeira utilizada foi da espécie *Eucalyptus* Citriodora, em função de sua disponibilidade na região de Criciúma/SC, ampla aplicação na construção civil e suas propriedades físico-mecânicas (Tabela 01).

Tabela 01 – Espécies de madeira utilizadas nos ensaios.

Nome comum	Nome científico	ρ_{ap} (12%) (Kg/m³)	$f_{co,m}$ (MPa)	Classe de resistência
Eucalipto Citriodora	*Eucalyptus* citriodora	999	62,0	C60

Fonte: (Anexo E da NBR 7190:1997).

Onde, ρ_{ap} (12%) é a massa específica aparente a 12% de umidade, e o f_{c0}, é a resistência à compressão paralela às fibras.

2.2 ENSAIO DE FLEXÃO

O ensaio de flexão estática à quatro pontos, foi efetuado para as três vigas de madeira tratada e três não tratadas, de forma a permitir um comparativo dos resultados obtidos para cada conjunto de amostras.

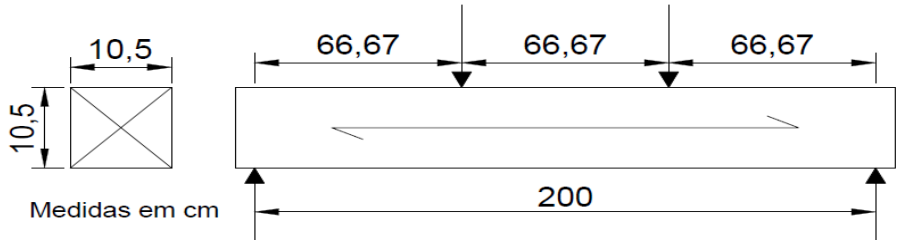
Foram utilizadas amostras com dimensões de forma a expressar a realidade do seu uso no mercado de trabalho, consequentemente gerando resultados dentro da prática na construção civil.

As peças utilizadas no ensaio de flexão à quatro pontos, tinham dimensões de 10,5 cm x 10,5 cm de seção transversal e comprimento de 200 cm, como mostra a Figura 01. Para o ensaio foram preparadas três amostras de Madeira *Eucalyptus* citriodora tratadas através do processo de impregnação por pressão elevada com preservativos do tipo CCA, comparadas com três amostras da mesma espécie de madeira sem preservativo. Os resultados indicados representarão a média aritmética entre elas.

A quantidade e as dimensões das peças de madeira foram determinadas de forma a atender o item 10.2.1 da NBR 7190:1997, que considera peças principais isoladas, como vigas e barras longitudinais de treliças, a área mínima das seções transversais deverá ser igual a 50 cm² e a espessura mínima de 5 cm. Estas dimensões também são mais usuais na construção civil e mais fáceis de encontrar na região de Criciúma - Santa Catarina, onde foram realizados os ensaios.

O Processo de tratamento adotado foi classificado como C de acordo com a NBR 16202:2013.

Figura 01 – Vigas utilizadas no ensaio de flexão à quatro pontos



Fonte: Autor, 2014

Os resultados foram coletados e registrados por meio eletrônico e armazenados em um computador. Os deslocamentos centrais verticais foram obtidos através de medidores do tipo LVDT (Transformador Diferencial Variável Linear) que é um sensor de medição de deslocamentos lineares.

As células de carga foram utilizadas como transdutores de força, com capacidade de leitura de 500 KN, foram posicionadas entre o cilindro hidráulico e a viga de distribuição (Figura 02). O sistema de aquisição de dados utilizado foi o QuantumX MX840A de 8 canais, com interface ao programa computacional CatmanEasy ambos da empresa HBM.

Figura 02 – Pórtico de reação

Fonte: Autor, 2014

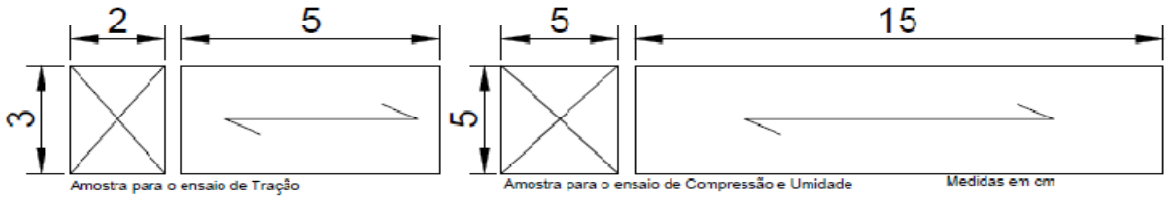
2.3 ENSAIO DE TRAÇÃO, COMPRESSÃO E DUREZA JANKA

A fim de verificar os resultados obtidos através do ensaio de flexão à quatro pontos, foram anteriormente realizados outros ensaios, como o de tração, compressão e dureza. As amostras utilizadas foram retiradas das mesmas madeiras utilizadas para a confecção das vigas já citadas, seguindo as especificações do item B.2, da NBR 7190:1997, sendo uma amostra com tratamento e a outra em seu estado natural.

De acordo com o item B.8.3, anexo B da NBR 7190:1997, os corpos-de-prova do ensaio de compressão e dureza, devem ter forma prismática com seção transversal quadrada de 5,0 cm de lado e comprimento de 15 cm, como representado na Figura 03. Os corpos de prova para o ensaio a tração, devem prover de seção transversal

retangular, com dimensões nominais de 2,0 cm x 3,0 cm e comprimento, ao longo das fibras, de 5,0 cm, como na Figura 03.

Figura 03 – Corpos de prova



Fonte: Autor, 2014

O equipamento utilizado nestes ensaios foi a máquina universal de ensaios, eletromecânica e micro-processada EMIC modelo DL30000, como mostra a Figura 04, que têm uma capacidade de 30.000 kgf (300 kN), que transfere seus dados para o software TESC (Test Script), que é um programa de automação de ensaios, compatível com as máquinas da marca EMIC.

Figura 04 – Máquina universal de ensaios

Fonte: EMIC, 2014

2.4 ENSAIO DE UMIDADE

Para caracterizar as amostras, realizaram-se ensaios de umidade, onde o teor de umidade da madeira corresponde à relação entre a massa da água nela contida e a massa da madeira seca. As amostras empregadas neste ensaio são idênticas às utilizadas no ensaio de tração (Figura 03). O equipamento empregado para a

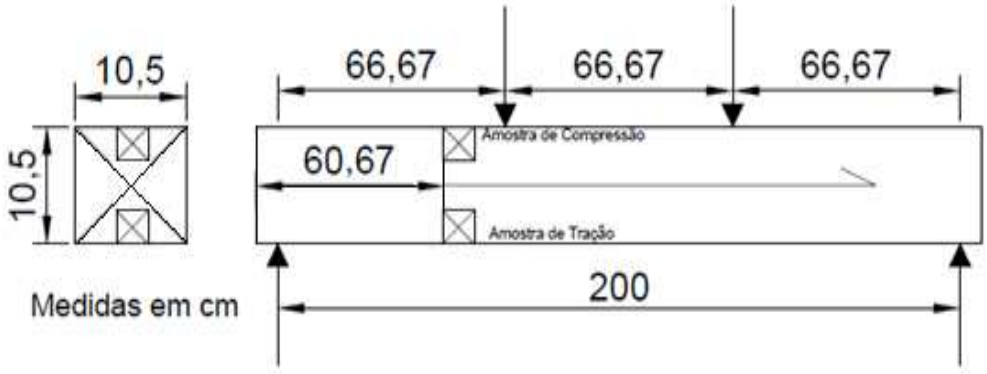
realização do ensaio foi á estufa Servitch modelo CT303. Nas primeiras 6 horas as amostras já estabilizaram a massa e pode-se obter o seu respectivo teor de umidade.

2.5 MICROSCOPIA

No ensaio de microscopia eletrônica, a fim de identificar possíveis fissuras e outras anomalias nas amostras de madeira tratada, e não tratada, foram retirados das vigas já rompidas no ensaio de flexão à quatro pontos, os corpos de prova como demonstram a Figura 05. Os corpos de prova retirados tinham seção cúbica de 3 cm x 3 cm x 3 cm (Figura 06).

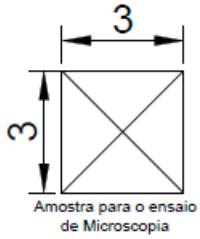
O equipamento utilizado foi o microscópio óptico Olympus BX41M-LED e MEV, que ampliou imagens em 1000x, 500x, 200x, 100x e 50x proporcionando uma melhor percepção das amostras estudadas.

Figura 05 – Local de retirada das amostras



Fonte: Autor, 2014

Figura 06 – Corpos de prova para microscopia



Fonte: Autor, 2014

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ENSAIO DE UMIDADE

Após fazer os procedimentos do ensaio de umidade, obtiveram-se os resultados conforme a Tabela 02.

O teor de umidade da madeira corresponde à relação entre a massa da água nela contida e a massa da madeira seca, de acordo com a Equação 01.

$$U\ (\%) = \frac{mi-ms}{ms}\ .100 \qquad \text{Equação 01}$$

Onde, mi é a massa inicial da madeira, e ms, é a massa da madeira seca, todos expressos em gramas.

Tabela 02 – Teor de umidade:

	Massa inicial (g)	Massa seca (g)	Teor de umidade (%)
Tratada	26,77	21,60	23,94
Não Tratada	29,48	22,95	28,45

Fonte: Autor, 2014

3.2 ENSAIO DE DUREZA JANKA

O ensaio de dureza Janka, desenvolvido pelo tecnólogo em madeiras, Gabriel Janka foi baseado a partir do modelo de dureza Brinell. Os valores característicos deste ensaio estão relacionados na Tabela 03, que como podemos observar as amostras de madeira sem tratamento químico, obtiveram valores de resistência á penetração superiores aos das amostras de madeira tratada. Materiais mais rígidos são também mais frágeis, e isto significa que a madeira sem tratamento se comportou como um material mais rígido, com um acréscimo de 51,23% de carga na seção paralela ás fibras, e 35,82% de carga na seção perpendicular das amostras de madeira sem tratamento.

Tabela 03 – Valores obtidos através do ensaio de dureza Janka:

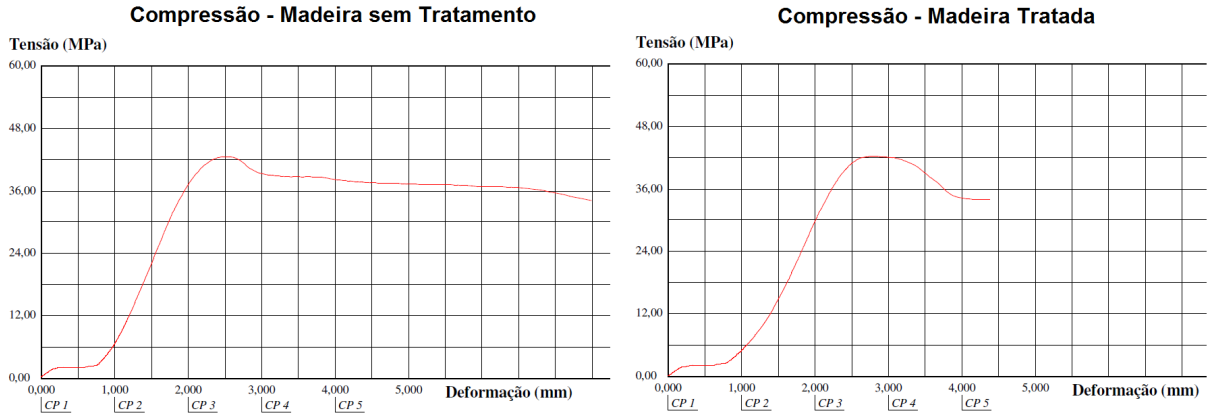
Amostra de madeira		Diâmetro (mm)	Resistência à penetração (MPa)	Carga máxima (kgf)
Tratada	Paralela	10	30,41	244
	Perpendicular	10	25,14	201
Não Tratada	Paralela	10	46,07	369
	Perpendicular	10	34,09	273

Fonte: Autor, 2014

3.3 ENSAIO DE TRAÇÃO E COMPRESSÃO

No ensaio de compressão axial, foram utilizados dois corpos de provas, sendo um tratado e o outro sem tratamento, como descreve o item 2.3 deste artigo. De acordo com a Figura 07, a tensão máxima de compressão para a madeira sem tratamento é de 42,72 MPa. A madeira tratada obteve tensão máxima de 42,39 MPa.

Figura 07 – Tensão x Deformação do ensaio de Compressão na madeira Tratada e Não Tratada:

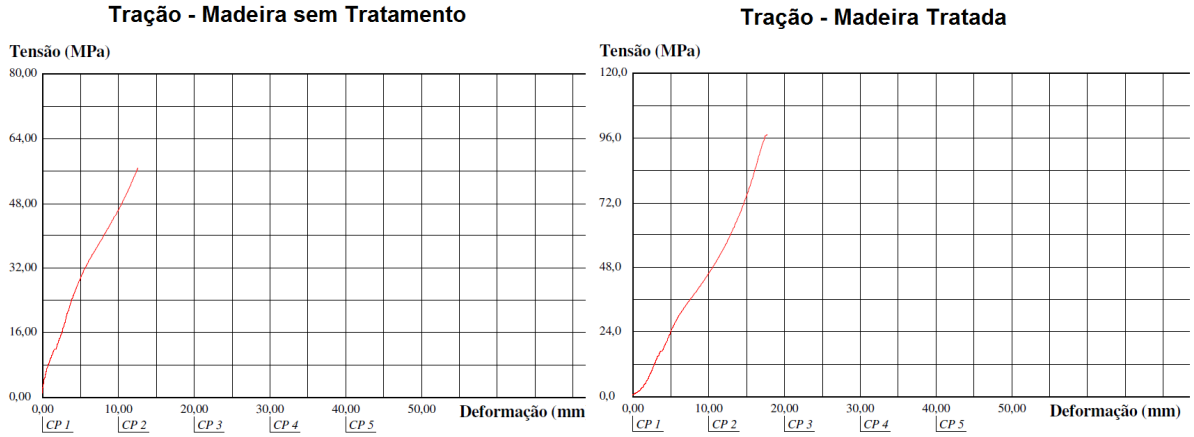


Fonte: IPAT – Laboratório de ensaios mecânicos, 2014

É possível observar que, a diferença entre a maior carga da madeira tratada e a maior carga da madeira não tratada, foi de 0,33 MPa, apenas. As duas amostras de madeira, tanto a tratada quanto a não tratada, obtiveram valores característicos de resistência bem próximos, apenas 1,5% de diferença entre elas, podendo ser considerada desprezível.

De acordo com a Figura 08, a resistência de tração para a madeira sem tratamento é de 56,87 MPa. A madeira tratada obteve tensão máxima de 97,36 MPa.

Figura 08 – Tensão x Deformação do ensaio de Tração na madeira Tratada e Não Tratada:



Fonte: IPAT – Laboratório de ensaios mecânicos, 2014

Neste caso, verifica-se que a madeira tratada obteve resistência mecânica superior à madeira sem tratamento. Observa-se um acréscimo de 40,49 MPa na resistência da madeira com tratamento. Isto é, 75,81% de aumento em sua resistência á tração.

3.4 ENSAIO DE FLEXÃO

Os resultados obtidos através do ensaio de flexão estática à quatro pontos mostram a resistência mecânica entre as amostras ensaiadas e deu origem a Tabela 04, que indica as amostras de madeira *Eucalyptus* citriodora sem tratamento e também as amostras tratadas através do processo de impregnação por pressão elevada com preservativos do tipo CCA. Observa-se, que as amostras de madeira sem tratamento obtiveram resultados semelhantes entre elas, variando entre 3.475,15 kgf e 2.531,64 kgf. A Amostra B2, que obteve o maior valor de tensão, teve o seu rompimento no segundo 179, com a carga máxima de 3.475,15 kgf e deslocamento de 40,9 mm. A média aritmética entre estas três amostras nos dá uma resistência de 3.086,22 kgf.

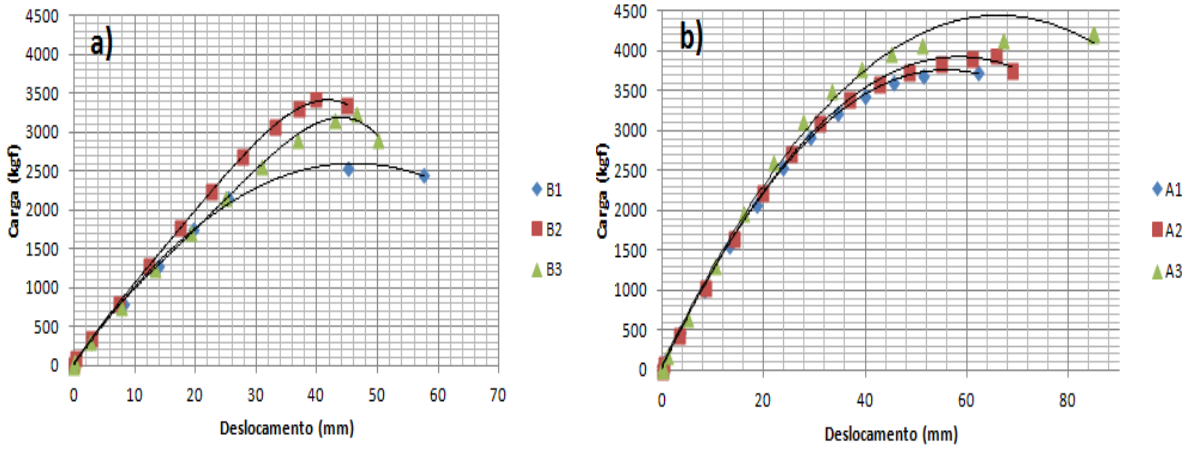
Tabela 04 – Amostras de Madeira *Eucalyptus* citriodora

Amostra de Madeira		Carga máxima (kgf)	Deslocamento máximo (mm)
Tratada	A1	3.786,13	57,5
	A2	3.965,35	67,5
	A3	4.213,83	84,7
Média e Desvio Padrão (kgf)		3988,44	± 214,78
Não Tratada	B1	2.531,64	57,9
	B2	3.475,15	40,9
	B3	3.251,88	46,6
Média e Desvio Padrão (kgf)		3086,22	±493,09

Fonte: Autor, 2014

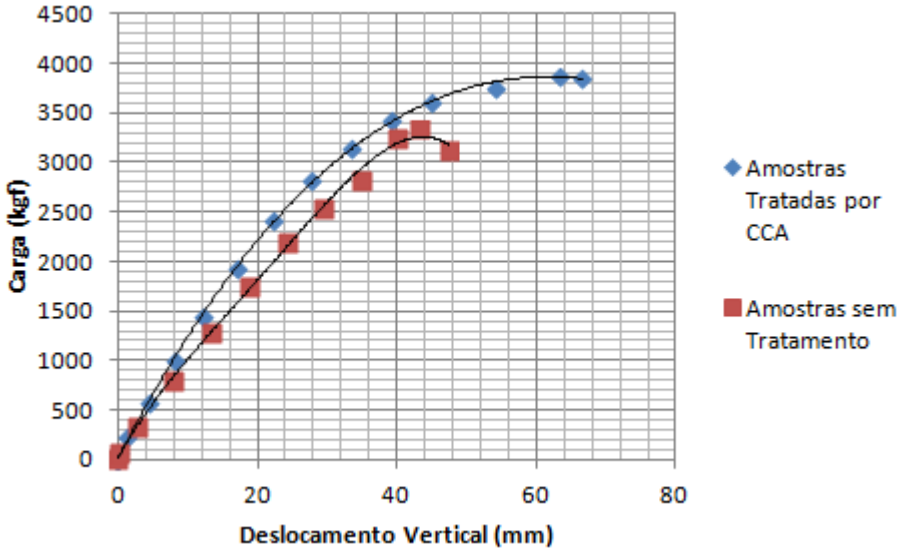
As amostras de Madeira *Eucalyptus* citriodora tratadas, assim como as amostras de madeira sem tratamento, obtiveram semelhança nos valores de resistência mecânica expressos pelo ensaio de flexão à quatro pontos, variando entre 4.213,83 kgf e 3.786,13 kgf. A amostra A3, obteve o maior valor de resistência mecânica, rompeu no segundo 267, com a carga máxima de 4.213,83 kgf e deslocamento de 84,7 mm. A média aritmética entre as elas nos fornece uma resistência de 3.988,44 kgf para as amostras de madeira tratadas com o preservativo CCA, nota-se que estas, apontaram um acréscimo médio de 902,22 kgf, ou seja, 23,90% de aumento na resistência mecânica se comparadas com as mesmas vigas sem o tratamento químico. Observamos estes resultados nas Figuras 9a, 9b. que apresentam a curva de carga (kgf) por deslocamento máximo (mm) das amostras de madeira sem tratamento, e a curva carga (kgf) por deslocamento máximo (mm) das vigas tratadas pelo processo de tratamento CCA. A Figura 10 apresenta a média dos dois ensaios, apontando a diferença de resistência entre a madeira tratada e a não tratada. Estes resultados comprovam um aumento de resistência, que também foi observado no ensaio de tração axial. O nível de confiança destes gráficos é de 95%.

Figura 09 – Curva de Carga x Deslocamento do ensaio de flexão – a) Madeira sem tratamento; b) Madeira Tratada:



Fonte: Autor, 2014

Figura 10 - Curva de Carga x Deslocamento do ensaio de flexão – Comparativo entre a média das amostras tratadas e não tratadas:



Fonte: Autor, 2014

De acordo com Winandy (1995), tratamentos a base de preservativos hidrossolúveis apresentam redução nas propriedades mecânicas da madeira. As propriedades mecânicas da madeira são afetadas nos diversos processos de pré-tratamento, tratamento e pós-tratamento da madeira. Os seus estudos mostraram que fatores como a espécies, o tipo de imunizante industrial ou do tipo de produto químico, a retenção, o tamanho, a classe do material, e a secagem inicial em estufa, influenciam negativamente na resistência de peças de madeira.

Os efeitos do CCA do tipo C, sobre espécies expostas a altas temperaturas durante 60 e 160 dias a 66ºC e 75% de umidade relativa foram estudadas por Winandy (1996). Os resultados indicaram que o tratamento acelerado com CCA provoca uma degradação térmica de resistência à flexão quando comparado a madeiras serradas não tratadas.

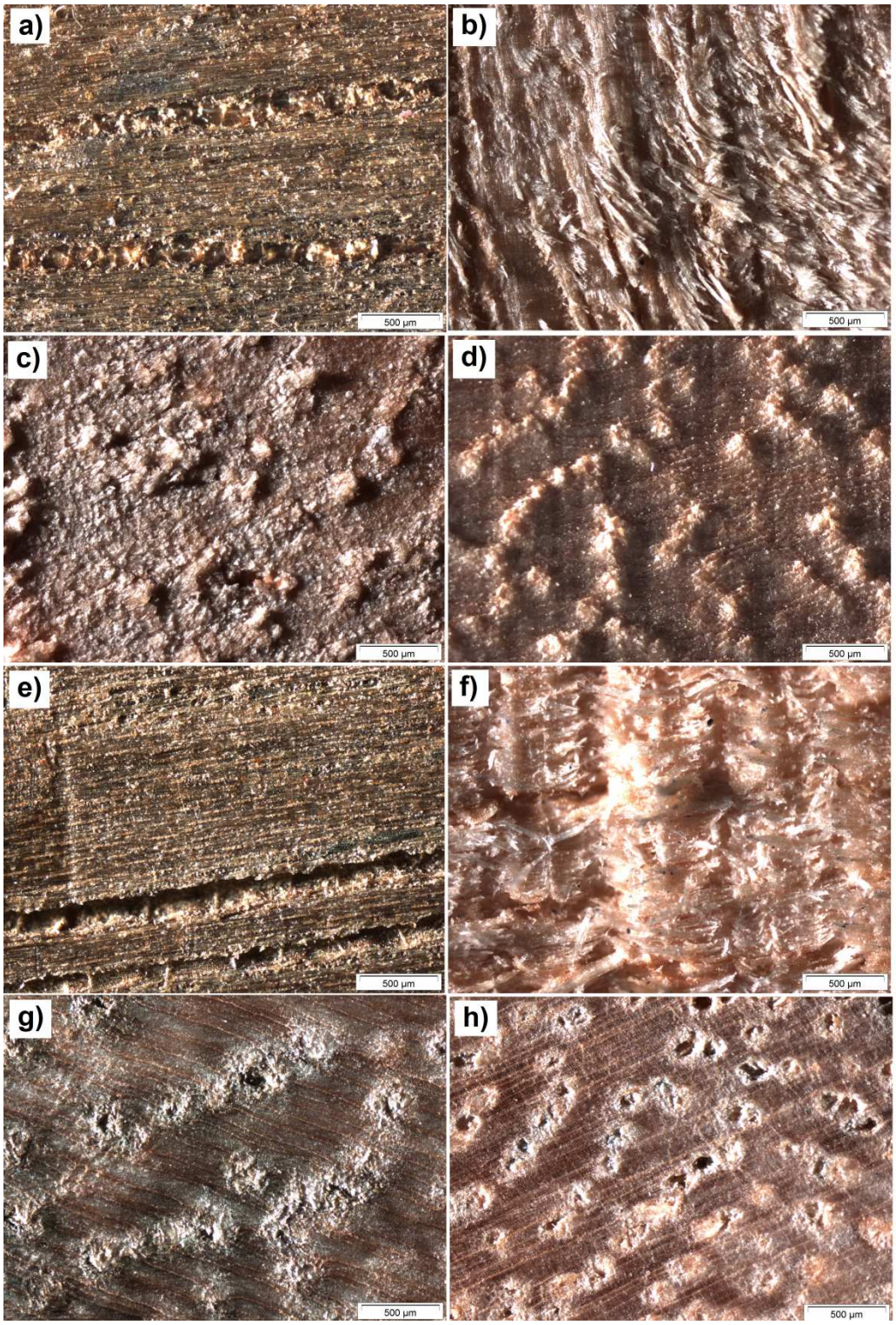
O que não se repetiu nos resultados apresentados, sendo que o tipo de tratamento utilizado foi o mesmo empregado nos estudos anteriores, porém com espécies de madeira diferentes e dimensões ampliadas, objetivando a aplicação em tamanho real na construção civil.

3.4 MICROSCOPIA

Na identificação microscópica, são observadas as características dos tecidos e das células constituintes do lenho, que não são distintas sem o uso de microscópio, tais como: tipos de pontuações, ornamentações da parede celular, composição celular dos raios, dimensões celulares, presença de cristais (ZENID e CECCANTINI, 2007).

O ensaio de microscopia das amostras retiradas de acordo com o Item 2.5 mostra o interior da madeira após ser rompida pelo ensaio de flexão estática a quatro pontos (Figura 11). Analisando as imagens comparativas entre as amostras tratadas e não tratadas da Figura 11a, 11b mostra compressão longitudinal da madeira tratada e sem Tratamento (500 µm) com fortes evidencias de destruição das macrofibras da madeira sem tratamento, não mostrando as mesmas características para madeira tratada. Para compressão normal (Figura 11c, 11d) as amostras não apresentaram evidencias de deformação ou rompimento das fibras. Para tração longitudinal (Figura 11e, 11f) a madeira não tratada mostrou evidencias de rompimento das fibras enquanto a tratada não apresentou alteração, para tração Normal (Figura 11g, 11h) as amostras de madeira tratada e não tratada estão com os vasos intactos sem deformação ou rompimento visíveis.

Figura 11 – a) Madeira Tratada – Compressão longitudinal; b) Madeira sem Tratamento – Compressão longitudinal; c) Madeira Tratada – Compressão Normal; d) Madeira sem Tratamento – compressão normal; e) Madeira Tratada – Tração longitudinal; f) Madeira sem Tratamento – Tração longitudinal; g) Madeira Tratada – Tração normal; h) Madeira sem Tratamento – Tração normal.

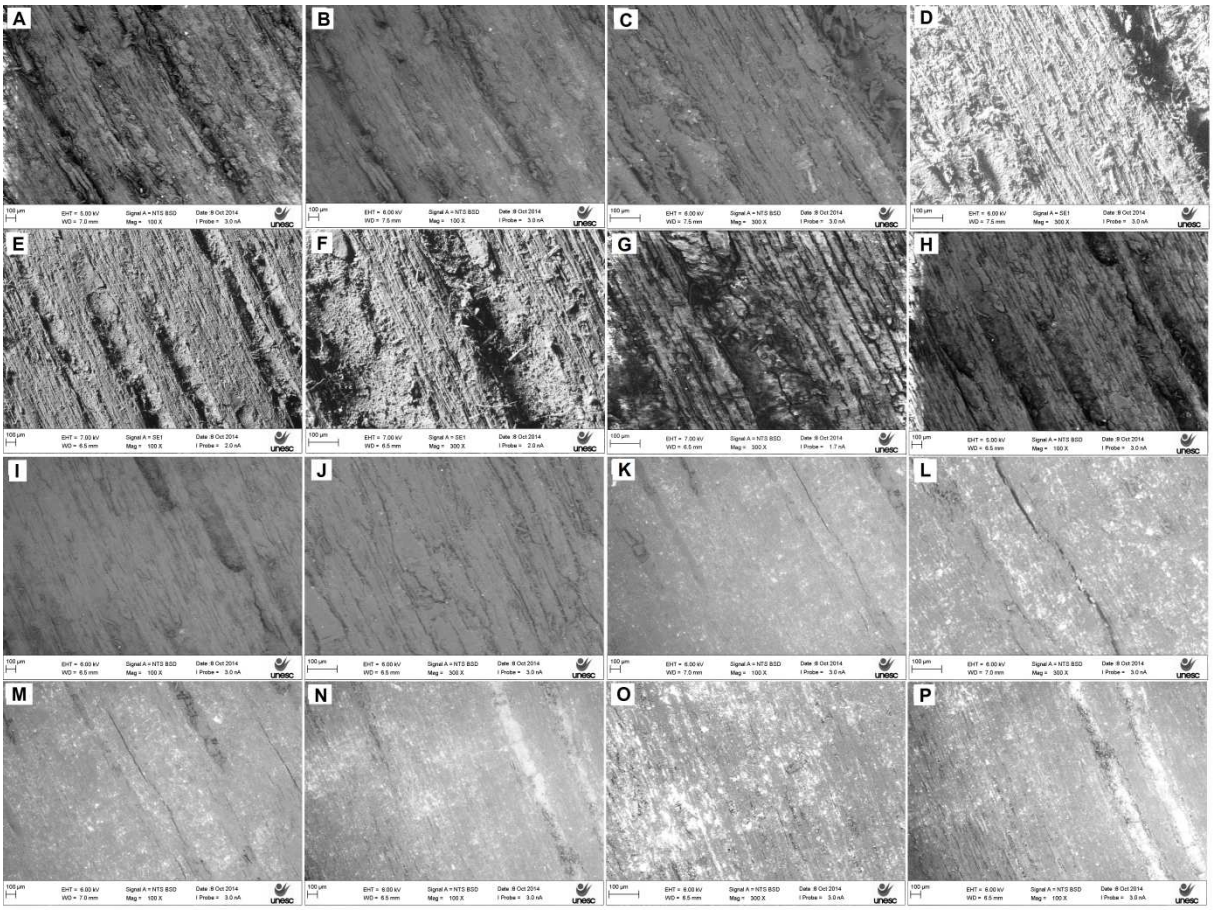


Fonte: Autor, 2014

Conforme Segantini e Dantas (2006) apud Abruzzi (2012) a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é amplamente utilizado para polímeros e fibras. Utiliza-se para avaliação de fraturas e desgaste de fibras, detecção de defeitos de fabricação, avaliação de tratamentos superficiais e estudo da morfologia estrutural. No caso dos materiais celulósicos pode ser utilizado para avaliação do tipo de fibra.

Análises realizadas em amostras retiradas de acordo com o especificado no Item 2.5, do cerne e do alburno revelaram as características do lenho das madeiras de folhosas das espécies *Eucalyptus* Citriodora. As imagens do MEV (Figura 08) apresentaram características semelhantes, ou seja, o aspecto é não destrutivo para a madeira tratada e não tratada.

Figura 12 – a), b), c), d) Madeira sem Tratamento – Compressão; e), f), g), h), i), j) Madeira tratada – Compressão; k), l), m) Madeira de sem Tratamento – Tração; n), o), p) Madeira Tratada – Tração.



Fonte: Autor, 2014

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através dos ensaios de umidade, dureza, tração, compressão, flexão à quatro pontos e microscopia, conclui-se que a madeira tratada com impregnação por pressão elevada com preservativos do tipo CCA, adquiriu melhores resultados, inclusive resistência mecânica, se comparada á mesma peça de madeira sem nenhum tratamento químico. Os ensaios efetuados garantiram acréscimos de resistência nas vigas tratadas com o processo de tratamento CCA. Na resistência á flexão, o acréscimo foi de 23,90%; 75,81% de aumento na resistência á tração. Na compressão os resultados se mantiveram dentro do desvio padrão, não havendo diferenças significativas entre as amostras. Os acréscimos de resistência na flexão chegaram ao valor médio de 902,22 kgf a mais de resistência, na madeira de *Eucaliptus* citriodora tratada com o preservativo CCA. Isto significa 29,30% de aumento na resistência da madeira.

Com referência a degradação das fibras apontadas por alguns autores para madeira tratada, no caso em estudo, apresentou somente para madeira natural sem tratamento o que se pode levar a evidencias de um material mais frágil quando comparado a madeira tradada, resultado este também observado no ensaio de dureza.

Mesmo que alguns estudos indiquem uma perda de resistência nas madeiras tratadas, os ensaios efetuados, utilizando amostras de dimensões usuais na construção civil, mostraram um acréscimo na resistência mecânica em madeiras tratadas. Comprovando que para casos de peças em grandes dimensões, o tratamento químico por CCA não afeta na resistência mecânica da madeira de *Eucaliptus* citriodora, pelo contrário, contribui para o incremento na sua resistência.

Desta forma observa-se que após análise de todos os ensaios efetuados e já citados, o processo de tratamento, além de garantir uma maior durabilidade e resistência aos agentes de degradação físicos e biológicos, aumenta a resistência mecânica à peças estruturais de madeira de *Eucalyptus* citriodora. Este dado contribui para sanar dúvidas e questionamentos oriundos da utilização de peças estruturais de madeira tratada, e contribui para a NBR 7190:1997, em relação a peças estruturais de madeira tratadas com o processo químico CCA.

5 REFERÊNCIAS

ABRUZZI, Rafael Colombo. **Avaliação de postes de *Eucalyptus* retirados da rede elétrica por microscopia eletrônica de varredura e ensaio de flexão**. DISSERTAÇÃO, Porto Alegre, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). "**Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição elétrica — Requisitos**" – NBR 16202, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). "**Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição de energia elétrica - Especificação**" – NBR 8456, Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). "**Projeto de estruturas de madeira**" – NBR 7190. Rio de Janeiro, 1997.

ABPM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA)**,** www.abpm.com.br**,** acessado em agosto de 2014

AWPA (American Wood - Preservers Association). **Florida Center for Solid & Hazardous Waste Management.** 1996. Disponível em: http://www.awpa.com/. Acesso em 17 outubro 2014.

EN 1995-1-2:2004. Eurocode 5: **Design of timber structures - Part 1-2: General** - Structural fire design. CEN, 2004.

FERRARINI, Suzana Frighetto. **Classificação de resíduos de madeira tratada com preservativos à base de arseniato de cobre cromatado e de boro/flúor.** 2012. Vol. 35. Faculdade de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MILTON, F. T. **The preservation of wood:** a self study manual for wood treaters. St. Paul: Minnesota Extension Service, University of Minnesota, College of Natural Resources, 1995, 110p.

MORAES, Poliana dias de. Aderência à Madeira de Polímeros Reforçados com Fibras de Carbono sob Temperaturas Elevadas. **Floresta e Ambiente**. Santa Catarina, 19 (2), 236-242, abr./jun. 2012.

SEGANTINI, E.; DANTAS, S. T. **Aplicação da Microscopia Eletrônica de Varredura Para a Avaliação de Embalagens**, [S.l]. Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 8, n. 2, 9 p., 1996.

SILVA**,** José de Castro. Madeira preservada – Os impactos ambientais. **Revista da Madeira,** Minas Gerais, edição 100, 2006.

Richardson, B.A. 1993. **Wood preservation**. 2. ed. London: E & FN Spon, 226p.

VITO, Márcio. **Estudo das propriedades mecânicas do eucalipto citriodora em condição de incêndio.** 2012. 109p. Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Univ. do Ext. Sul Catarinense - UNESC, Criciúma.

WINANDY, Jarrold E. **Effects of waterborne preservative treament on mechanical properties: a review.** 1995. Vol. 91. American Wood-Preservers' Association, New York.

ZENID, G.J.; CECCANTINI, G.C.T. Identificação **macroscópica de madeiras. Laboratório de Madeira e Produtos Derivados; Centro de Tecnologia de Recursos Florestais;** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT; Setembro de 2007