

JOSÉ GUILHERME PRATA

**DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE QUALIDADE EM UMA FÁBRICA
DE PAINÉIS COMPENSADOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Ph.D. Sidon Keinert Jr.

CURITIBA

2006

DEDICO

A Deus

Aos meus pais, Alfredo Prata Netto (*in memoriam*) e Neide Braguini Prata, pelo amor e educação.

As minhas irmãs Alessandra Prata e Ana Silvia Prata, pelo orgulho e amor.

A Marina Mitiko Yamamoto pelo amor, alegria e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Ph.D. Sidon Keinert Junior, pela orientação durante a realização deste trabalho e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Jorge Luís Monteiro de Matos, pela amizade, companheirismo e apoio demonstrado em todas as horas durante a minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Ricardo Jorge Klitzke, Vitor Daniel Herreira, Ademir José Cavalli Manoel Américo e Antônio Perin pela amizade e momentos de descontração.

Ao Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha, pela amizade e preocupação em minha formação.

Aos professores, Dr. Setsuo Iwakiri, Dr. Romano Timofeiczuk Junior, pela amizade e pela oportunidade de convívio, bem como aos demais professores que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários do CIFLOMA da Universidade Federal do Paraná, pela formação.

A dona Marta Harumi, senhor Alberto Hiroshi, Ângela Yuriko, Juscelino Toshio, Wesley, Nanami, Ricardo, Saemi e a toda família, minha sincera gratidão pela amizade e por terem me ajudado em horas tão difíceis.

Aos colegas e amigos Daniel Chies, Gilnei Machado Rosa, Marcos Aurélio Mathias de Sousa, Antônio Américo Cardoso Junior, Cândido Pietro Biasi, Leopoldo Karman Saldanha, Patrícia Rigato, Silvia Romão, Leonardo Bush, Rodrigo Natã, Manoel Jungles, Reinaldo, David, pela amizade e convívio.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 PAINÉIS DE MADEIRA.....	4
3.1.1 Vantagens do painel compensado sobre a madeira sólida:.....	5
3.2 CLASSIFICAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA	5
3.3 INDÚSTRIA DE COMPENSADOS NO BRASIL.....	6
3.4 PRODUÇÃO DE COMPENSADO NO BRASIL	7
3.4.1 COMPENSADOS DE PINUS	7
3.5 CONCEITO DE PAINEL COMPENSADO MULTILAMINADO.....	9
3.6 PROCESSO DE PRODUÇÃO E FATORES QUE AFETAM AS PROPRIEDADES DO PAINEL COMPENSADO	10
3.6.1 Cozimento de Toras e Laminação	12
3.6.2 Secagem das Lâminas	13
3.6.3 Preparação da cola	14
3.6.4 Aplicação da cola, Juntagem das lâminas e Montagem do Painel	15
3.6.5 Pré-prensagem.....	16
3.6.6 Tempo de Assemblagem.....	16
3.6.7 Prensagem.....	16
3.6.8 Esquadrejamento	17
3.6.9 Lixamento	18
3.7 APLICAÇÕES E PRINCIPAIS USOS DOS PAINÉIS COMPENSADOS.....	18
3.8 A IMPORTÂNCIA DA NORMATIZAÇÃO VISANDO A QUALIDADE DE PRODUTOS.	19
3.9 SISTEMA DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE MADEIRAS.....	22
3.9.1 Vantagens.....	23
3.10 PROGRAMA NACIONAL DE QUALIDADE DA MADEIRA (PNQM).....	23
3.11 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE QUALIDADE.....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 AMBIENTE DO ESTUDO DO CASO	29
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA FASE I – AVALIAÇÃO INICIAL.....	30

4.3	CARACTERIZAÇÃO DA FASE 2 – IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE QUALIDADE.....	31
4.4	AMOSTRAGEM DO PRODUTO.....	33
4.4.1	Características do produto.....	33
4.4.2	Classificação do produto.....	34
4.4.3	Confecção dos Corpos de Prova.....	34
4.5	ENSAIOS DO TIPO ESTRUTURAL.....	35
4.5.1	Materiais para ensaios estruturais	36
4.5.2	Flexão Estática (EN -789:1995).....	36
4.5.3	Compressão estrutural (EN -789:1995).....	38
4.5.4	Teor de Umidade (EN-322:2000)	41
4.5.5	Massa Específica Aparente (EN-323:2000).....	41
4.6	ENSAIOS DO TIPO NÃO ESTRUTURAL	43
4.6.1	Materiais para Ensaio Não Estruturais	43
4.6.2	Flexão Estática (EN -310:1993).....	44
4.6.3	Cisalhamento por tração na linha de colagem (EN -314-1:1996/EN-314-2:1996)	46
4.6.4	Análises estatísticas.....	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
5.1	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS PAINÉIS	50
5.1.2	Massa Específica Aparente.....	51
5.2	PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS PAINÉIS.....	53
5.2.1	Flexão Estática Não Estrutural.....	53
5.2.2	Cisalhamento por tração na linha de colagem.....	58
5.2.3	Flexão Estática Estrutural	60
5.2.4	Compressão Estrutural.....	63
5.2.5	Análise do Sistema de Qualidade	66
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	79
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
8	ANEXO1.....	87
9	ANEXO2.....	94
10	ANEXO3.....	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – TABELA DE ELEMENTOS DE MADEIRA.	4
FIGURA 02 – PRODUÇÃO E CONSUMO DE COMPENSADO DE PINUS NO BRASIL. .	8
FIGURA 03 – PRINCIPAIS DESTINOS DAS EXPORTAÇÕES DE COMPENSADO DE PINUS BRASILEIRO.	9
FIGURA 04 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DE MONTAGEM DE COMPENSADO DE 5 LÂMINAS.	10
FIGURA 05 – ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COMPENSADO MULTILAMINADO.	11
FIGURA 06 – ETAPAS DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO.	24
FIGURA 07 – LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA À NÍVEL ESTADUAL.	30
FIGURA 08 - FLUXOGRAMA PARA FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS.	33
FIGURA 09 – ESQUEMAS DE CORTE DO TIPO ESTRUTURAL.	35
FIGURA 10 – DIMENSÕES E PARÂMETROS PARA ENSAIOS DO CORPO DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL.	36
FIGURA 11 – ESQUEMAS DE MONTAGEM, DIMENSÕES E PARÂMETROS PARA ENSAIOS DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL.	39
FIGURA 12 – ESQUEMA DE CORTE DO TIPO NÃO ESTRUTURAL.	43
FIGURA 13 – DIMENSÕES E PARÂMETROS PARA ENSAIOS DO CORPO DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL.	44
FIGURA 14 – PERFIL DO CORPO DE PROVA DE CISALHAMENTO DE LINHA DE COLA.	46
FIGURA 15 – ANÁLISE QUALITATIVA DA LINHA DE COLAGEM.	48
FIGURA 16 – TEOR DE UMIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS AMOSTRADOS NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM.	50
FIGURA 17 – MASSA ESPECÍFICA MÉDIA DOS PAINÉIS AMOSTRADOS NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM EM RELAÇÃO AO COMPENSADO DE PINUS BRASILEIRO (CPB).	53
FIGURA 18 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE RUPTURA ENTRE DUAS EMPRESAS NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DE LÂMINA DE CAPA.	55
FIGURA 19 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	56
FIGURA 20 – ASPECTOS DO CONJUNTO DE CORPOS DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL RETIRADOS DOS PAINÉIS COMPENSADOS TESTADOS NO SENTIDO PARALELO.	57
FIGURA 21 – ASPECTOS DO CONJUNTO DE CORPOS DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL RETIRADOS DOS PAINÉIS COMPENSADOS TESTADOS NO SENTIDO PERPENDICULAR.	57
FIGURA 22 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE RUPTURA NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	62

FIGURA 23 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.....	63
FIGURA 24 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE RUPTURA NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.....	65
FIGURA 25 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – CARACTERÍSTICAS DO COMPENSADO BRASILEIRO DE PINUS (PAINEL C+/C, TIPO EXTERIOR, NÃO LIXADO, UMIDADE DE 10-11%.)	21
TABELA 02 – DETALHAMENTO DAS ETAPAS COM PARÂMETROS DE PRODUÇÃO E SEUS RESPECTIVOS CÓDIGOS DE DOCUMENTOS.....	32
TABELA 03 – TEOR DE UMIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS.	50
TABELA 04 – MASSA ESPECÍFICA APARENTES DOS PAINÉIS.....	51
TABELA 05 – VALORES DE MÓDULO DE RUPTURA À FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	53
TABELA 06 – VALORES DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL DE COMPENSADOS DE 12 MM, COLAGEM FENÓLICA, NO SENTIDO PARALELO (//) E PERPENDICULAR (-) EM RELAÇÃO À GRÃ DE LÂMINA DE CAPA.....	54
TABELA 07 – VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	55
TABELA 08 – CRITÉRIOS PARA O CUMPRIMENTO DOS REQUISITOS DE COLAGEM DE PAINÉIS COMPENSADOS MULTILAMINADOS.	58
TABELA 09 – RESULTADOS DE APROVAÇÃO DOS PAINÉIS TESTADOS NA FASE 1 SEGUINDO CRITÉRIOS DA NÔRMA EUROPÉIA.	59
TABELA 10 – RESULTADOS DE APROVAÇÃO DOS PAINÉIS TESTADOS NA FASE 2 SEGUINDO CRITÉRIOS DA NÔRMA EUROPÉIA.	59
TABELA 11 – VALORES DE MÓDULO DE RUPTURA À FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	61
TABELA 12 – VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	61
TABELA 13 – VALORES DE MÓDULO DE RUPTURA À COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	63
TABELA 14 – VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.	64
TABELA 15 – VALORES DE PRESSÃO ESPECÍFICA EM RELAÇÃO A PRESSÃO MANOMÉTRICA PARA A ETAPA DE PRÉ-PRENSAGEM DOS PAINÉIS.	74
TABELA 16 – VALORES DE PRESSÃO ESPECÍFICA EM RELAÇÃO A PRESSÃO MANOMÉTRICA PARA A ETAPA DE PRENSAGEM DOS PAINÉIS.....	75
TABELA 17 – VALORES MÉDIOS DAS DIMENSÕES DOS PAINÉIS AMOSTRADOS.	75
TABELA 18 – VALORES MÉDIOS DAS ESPESURAS DOS PAINÉIS DE 12MM AMOSTRADOS.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS

MDF – Medium Density Fiberboard – Painéis de fibras de média densidade.

HDF – Hard Density Fiberboard – Painéis de fibras de alta densidade.

OSB – Oriented Strand Board – Painéis de partículas orientadas.

MOE – Módulo de Elasticidade.

MOR – Módulo de Ruptura.

EN – European Norm – Norma europeia.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo demonstrar a importância do estabelecimento de um sistema de qualidade em uma indústria de compensados. Para este estudo utilizou-se a metodologia do Programa Nacional de Qualidade da Madeira (PNQM). Foi realizado um estudo de caso em uma indústria de compensados de pinus. A metodologia consistiu de uma avaliação preliminar dos procedimentos de produção da empresa, bem como das propriedades tecnológicas do produto que não contava com um sistema de controle da qualidade na indústria. Após esta avaliação preliminar, foi realizada introdução de um sistema da qualidade aos moldes do PNQM. Constatou-se que a empresa apresentou dificuldade de cumprir com critérios estabelecidos pela norma europeia devido à qualidade de seu produto. Sobre a introdução do sistema de qualidade conclui-se que foi estabelecida uma organização do processo e melhores condições de solucionar problemas ocorridos durante fabricação de painéis. Concluiu-se que é de vital importância a introdução de conceitos mínimos de controle de qualidade na indústria quando se prioriza ganhos financeiros, sociais e de mercado.

ABSTRACT

This research was conducted to show the importance to implement at the plywood industry level a system of quality performance. For this study the Brazilian National Wood Program of Quality methodology was used. A case study looking inside a pine plywood industry in Santa Catarina State, Brazil came to be utilized. A pre-feasibility evaluation on the manufacturing procedures came to be the object of analysis, as well as technological properties of the final product. After this preliminary evaluation, the results demonstrated that the product did not fulfill the minimum values established by the European Standards. Using the Brazilian National Program of Quality, a conclusion was clear, that the organization of the process, improved the capacity of solution on problems during the manufacturing process. One concluded that it is of vital importance, training personnel on a quality process program in industry, when financial gains and social performance are focus for market share.

1 INTRODUÇÃO

As indústrias de compensados tiveram sua instalação no sul do país nos anos de 1940, sendo a matéria prima principal a madeira de pinho, madeira extraída da *Araucaria angustifolia*, popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná.

Na década de 1960, o Governo Federal iniciou uma política de incentivos fiscais para o plantio de florestas de rápido crescimento nas regiões sul e sudeste do país. As espécies utilizadas para o sul do país foram espécies do gênero *Pinus* (*Pinus taeda* e *Pinus elliottii* principalmente), espécies estas originárias da costa leste dos Estados Unidos da América, e que se adequaram muito bem na região devido ao clima e ao tipo de solo. Como consequência, nos anos seguintes houve uma grande oferta de matéria prima que acabou atraindo várias indústrias de compensados, devido a escassez da matéria prima nativa.

Atualmente existem cerca de 200 empresas de compensados no Brasil de acordo com dados divulgado pela Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI) em 2004, e grande parte delas é formada principalmente de estrutura familiar. Com o passar do tempo muitas destas não evoluíram tecnologicamente, sendo vários maquinários que compõe a fábrica sucateados, quando não, não há manutenção correta dos equipamentos tornando-se obsoletos. Além do maquinário, a maioria das fábricas de compensados dispõe de mão de obra com baixa qualificação, conseqüentemente esta situação se reflete na qualidade final do produto.

A produção de compensados tem aumentado muito nos últimos anos, e principalmente o destino destes painéis compensados fabricados no Brasil é voltado para exportação.

As empresas de olho neste mercado, sendo incentivadas pelo excelente desempenho das exportações nos últimos anos e se vêem na obrigação de aprimorar a qualidade de seus produtos para poder concorrer com outros países fornecedores, bem

como para atender as exigências de normas técnicas destes mercados.

Os países consumidores exigem garantia de qualidade dos produtos que adquirem. Esta exigência se dá através de normas internacionais que estabelecem requisitos mínimos para a qualidade de produção e a garantia da homogeneidade dos produtos, no caso europeu o “CE Marking”.

Outra forma de obtenção de certificação é através da norma ISO 9000 que é um conjunto de normas internacionalmente reconhecidas que definem os requisitos a serem considerados por uma organização a fim de garantir um nível de qualidade aos seus produtos ou serviços. Os requisitos do Sistema de Qualidade (ISO 9000) abrangem desde o recebimento até a entrega do produto final ao cliente.

A ABIMCI teve a iniciativa de estabelecer um programa de qualidade baseada nas normas ISO 9000 (versão do ano de 1994), voltado para as indústrias de compensados visando à destinação dos produtos para o mercado europeu com selos de qualidade.

Pelo presente exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a implantação de um sistema de qualidade baseado nas normas ISO, tendo como parâmetro a avaliação do produto final de acordo com a norma européia (EN).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a importância da introdução do Programa Nacional de Qualidade da Madeira (PNQM) em uma indústria de produção de compensado de pinus.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter dados de propriedades físicas e mecânicas dos painéis compensados no início e no final da implantação do programa de qualidade em unidade fabril;
- Comparar os resultados obtidos antes e depois da implantação do programa de qualidade em unidade fabril;
- Avaliar os efeitos da introdução do sistema de controle de qualidade em uma unidade fabril.

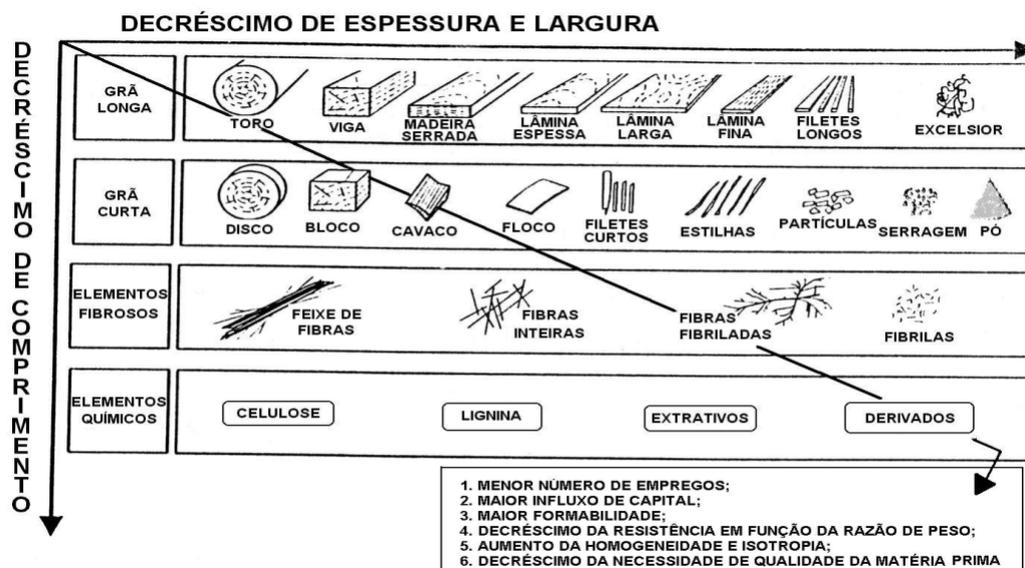
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PAINÉIS DE MADEIRA

Os painéis de madeira podem ser definidos produtos de elementos de madeira obtidos a partir da redução da madeira sólida, e reconstituídos através de ligação adesiva. (IWAKIRI 2005).

Os elementos básicos para os compostos de madeira têm uma grande variação quanto ao tamanho e forma, conforme mostra a Figura 01, e podem ser utilizados sozinhos ou combinados. Atualmente estes compostos são usados em conjunto com adesivo, variando esta combinação do painel de fibra até aos componentes laminados. Estes compostos são usados para usos estruturais e não estruturais, nas linhas de produtos que variam dos painéis para finalidade de uso interior aos painéis para usos exteriores e suportam estruturas em muitos tipos de edifícios. (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999).

FIGURA 01 – TABELA DE ELEMENTOS DE MADEIRA.



Fonte: IWAKIRI (2005)

3.1.1 Vantagens do painel compensado sobre a madeira sólida:

- O rendimento da tora na laminação é maior que no desdobro da madeira serrada;
- Com o princípio da disposição das lâminas de forma cruzada, há uma diminuição da anisotropia da madeira no compensado em relação à madeira serrada;
- A resistência se apresenta de forma mais ou menos uniforme em toda a extensão do painel;
- Os painéis compensados podem ser fabricados em grandes dimensões dependendo das dimensões das prensas.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA

Os painéis de madeira reconstituídos podem ser classificados como compostos laminados ou compostos particulados.

Nos compostos laminados, estão inclusos os compensados laminados e os compensados sarrafeados.

Nos compostos particulados existem os painéis minerais com partículas do tipo “flake” e “excelsior”, os painéis de fibras subdivididos em fibras duras, M.D.F, H.D.F e isolantes e os painéis aglomerados do tipo convencional, “waferboard” e O.S.B. (MENDES, 2001).

3.3 INDÚSTRIA DE COMPENSADOS NO BRASIL

O início da produção de painel compensado no mundo se deu por volta do ano de 1913, e os primeiros painéis de madeira fabricados no Brasil foram os compensados e tiveram sua instalação primeiramente no sul do país nos anos de 1940, sendo a matéria prima principal o pinho, madeira extraída da *Araucaria angustifolia*, popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná.

Devido à expansão da agricultura e a derrubada e extração excessiva de madeira na região Sul, região caracterizada principalmente pela presença de Pinheiro do Paraná, as fábricas de compensados na década de sessenta migraram para o Norte do país.

Também nesta década, o Governo Federal iniciou uma política de incentivos fiscais para o plantio de florestas de rápido crescimento nas regiões sul e sudeste do país. As espécies utilizadas para o sul do país foram espécies do gênero *Pinus* (*Pinus taeda* e *Pinus elliottii* principalmente), espécies estas originárias da costa leste dos Estados Unidos da América, e que se adequaram muito bem na região devido ao clima e ao tipo de solo (ABIMCI 2003). O objetivo principal era oferecer alternativas de ofertas de madeira, tendo em vista as crescentes pressões ambientais à redução de reservas nativas de *Araucaria angustifolia*. Esta madeira necessitava de estudos tecnológicos para o uso industrial, pois crescia mais rápido que nos Estados Unidos, apresentando um anel de crescimento mais largo, lenho juvenil mais avantajado e a presença de nós era prejudicial à laminação. A partir da década de 80, as práticas de poda foram intensificadas com objetivo de aumentar a quantidade de madeira “limpa”, diminuindo a incidência de nós, aumentando a oferta de madeiras de melhor qualidade (IWAKIRI & SALDANHA, 2002).

Estima-se atualmente um pouco mais de 200 empresas de compensados atuando no país, com capacidade de produção de aproximadamente 4 milhões de m³ anuais (ABIMCI, 2004).

3.4 PRODUÇÃO DE COMPENSADO NO BRASIL

A produção de compensados no Brasil vem aumentando desde a última década chegando a bater recorde em volume de 3,8 milhões de m³ no ano de 2.004. Tal acréscimo na produção está diretamente relacionado com as exportações.

Os principais fatores limitantes ao desenvolvimento da indústria de compensados no Brasil podem ser resumidos em três pontos principais como a deficitária estrutura de produção, os elevados custos da matéria-prima, principalmente as da Região Norte e os inexpressivos investimentos tecnológicos realizados nas unidades produtoras (IWAKIRI et al, 2002).

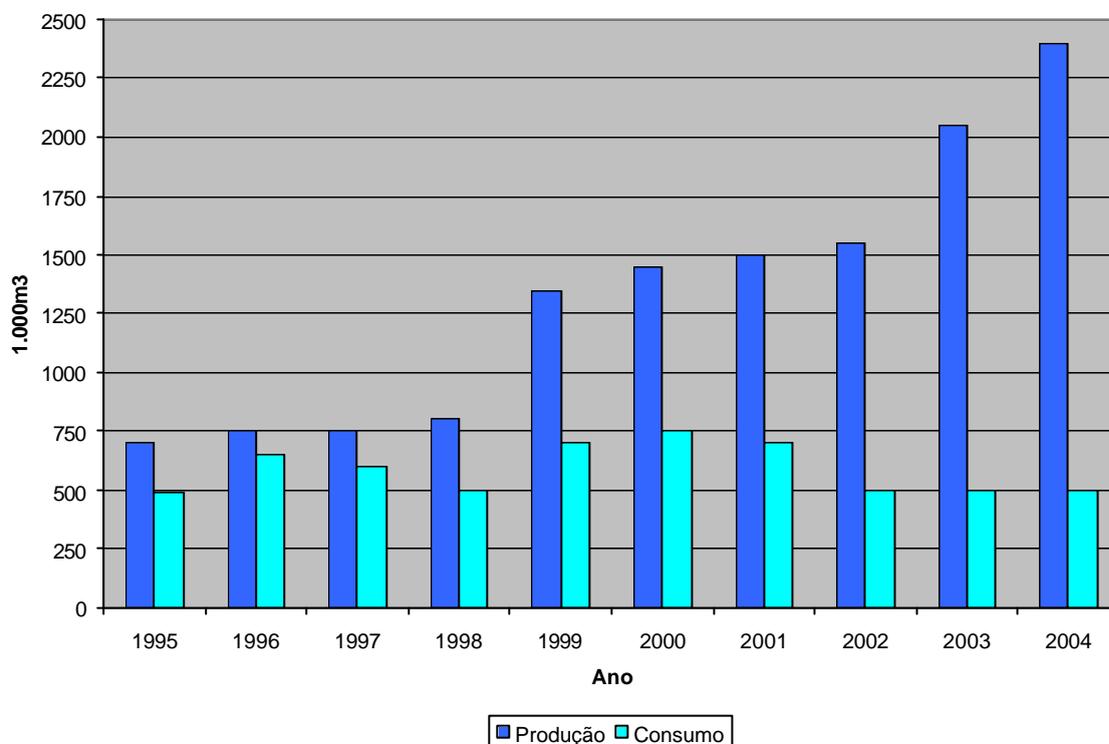
Na década de 90, o compensado de madeira tropical predominava sobre a produção de pinus. Após a crise asiática, este quadro começou a se inverter (ABIMCI, 2004).

Fazendo um comparativo entre os estudos setoriais realizado pela ABIMCI nos anos de 2.001, 2.003 e 2.004, a produção de compensados de madeira tropical em 2.001 correspondia com 60% da produção nacional, e os outros 40% para os compensados de pinus. Em 2.003 a situação já havia se invertido para 40% da produção para compensados de madeira tropical e 60% para compensado de madeira de pinus. Já em 2.004, esta tendência foi consolidada com a produção do compensado de pinus contribuindo com 2/3 da produção nacional (ABIMCI, 2004).

3.4.1 COMPENSADOS DE PINUS

Fazendo uma análise desde o ano de 1995, de acordo com ABIMCI (2004), a produção de compensados mostrou-se crescente até o ano de 2004, chegando a 2.400.000m³. Em contrapartida o consumo de compensados de pinus manteve-se estável, tendo em vista que a maior parte da produção está direcionada para exportação devido à grande concorrência no mercado interno dos painéis reconstituídos, principalmente o aglomerado, o MDF e o OSB (Figura 02).

FIGURA 02 – PRODUÇÃO E CONSUMO DE COMPENSADO DE PINUS NO BRASIL.

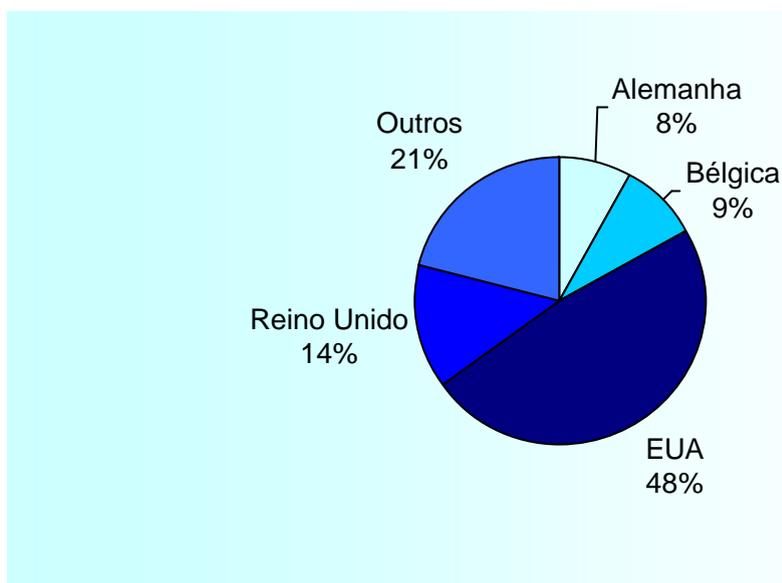


Fonte: ABIMCI 2004

O Brasil é um grande fornecedor de compensado para os EUA, chegando a 48% das exportações de compensados de pinus (ABIMCI, 2004), tanto é que qualquer aumento da demanda nos EUA, o preço brasileiro aumenta proporcionalmente mais que os preços dos demais exportadores devido a esta grande participação no mercado americano (RIBEIRO, 2003).

Importante salientar o expressivo comércio com os países europeus, tornando-se o segundo maior destino das exportações de compensados de pinus brasileiro (Figura 03).

FIGURA 03 – PRINCIPAIS DESTINOS DAS EXPORTAÇÕES DE COMPENSADO DE PINUS BRASILEIRO.

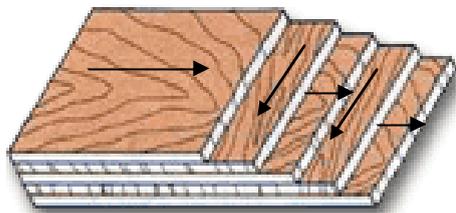


Fonte: ABIMCI 2004.

3.5 CONCEITO DE PAINEL COMPENSADO MULTILAMINADO

A madeira compensada é um painel constituído por lâminas, unidas sob pressão por um agente de ligação para criar uma ligação entre as lâminas por um adesivo. O compensado por ser feito de madeira macia (softwood) e madeira dura (hardwood). É constituído sempre com um número ímpar de camadas com sentido da grã adjacente perpendicularmente à outra. As suas camadas podem ser constituídas de uma única lâmina ou de duas ou mais lâminas desde que suas grãs estejam paralelas. Um painel pode conter um número ímpar ou par de lâminas, mas sempre um número ímpar de camadas. As lâminas podem variar no número, na espessura, na espécie e na classe de madeira. A alternância do sentido da grã nas camadas adjacentes confere ao painel compensado estabilidade dimensional em sua largura conforme Figura 04 (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999).

FIGURA 04 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DE MONTAGEM DE COMPENSADO DE 5 LÂMINAS.

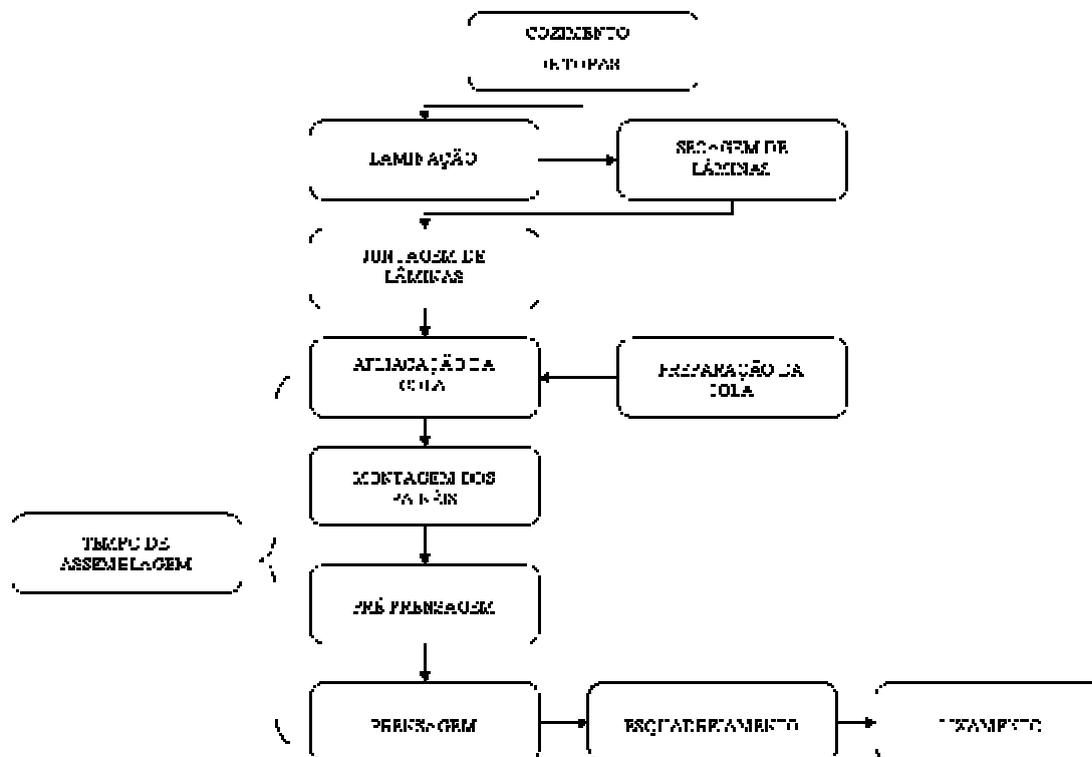


3.6 PROCESSO DE PRODUÇÃO E FATORES QUE AFETAM AS PROPRIEDADES DO PAINEL COMPENSADO

Fatores como o teor de umidade, quantidade de lenho tardio nas lâminas, espécie de madeira, pressão e temperatura utilizada na fabricação dos painéis influenciam diretamente na massa específica do painel. (KOLLMANN citado por PALMA 1994).

O processo de produção de painéis compensados multilaminados é demonstrado esquematicamente na Figura 05.

FIGURA 05 – ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COMPENSADO MULTILAMINADO.



Fonte: ELABORADO PELO AUTOR.

3.6.1 Cozimento de Toras e Laminação

O cozimento das toras é realizado para elasticizar a madeira, favorecendo o melhor acabamento nas superfícies das lâminas e facilitando no processo de laminação. Fatores como tempo de cozimento das toras, o teor de umidade e temperatura no ato da laminação, regulagem do torno, a densidade da madeira, e a manutenção do torno como a substituição das facas no tempo correto influenciam diretamente na qualidade das lâminas.

INTERAMNENSE (1998) cita que um controle preciso na uniformidade da espessura das lâminas na laminação faz-se necessário para que possa ter uma colagem eficiente, um lixamento controlado e um maior controle na espessura final do painel compensado.

Vários problemas podem ocorrer nas lâminas devido ao cozimento como lâminas felpudas e lâminas escamosas, podendo causar uma baixa qualidade dos painéis, e um excessivo consumo de resina, influenciando no custo de produção do compensado. O cozimento é geralmente recomendado para obtenção de lâminas de madeiras de densidade altas a serem usadas na face do compensado. Quando o acabamento da superfície da lâmina não é muito importante, como compensados estruturais ou para embalagens, muitas vezes o cozimento pode ser desnecessário (UMAÑA & BRITO, 2004).

O tempo de cozimento depende diretamente da densidade da madeira, do diâmetro das toras e da temperatura do vapor.

GRATNTHAM & ATHERTON citado por MEDINA (1996), estabeleceram, a partir do ponto de vista econômico, que o maior ganho do aquecimento de toras de *Douglas fir* foi devido ao incremento do rendimento em termos de qualidade.

MEDINA (1996) conclui que o aquecimento de toras de *Pinus elliottii* melhora o rendimento na laminação, a qualidade das lâminas e a resistência mecânica da linha de cola.

BONDUELLE citado por BRAND et. al. (2004), conclui que no Estado do Paraná, o rendimento médio ponderado nas indústrias de chapas compensadas é de 36,52%, em que as maiores perdas ocorrem no processo de laminação. Ainda Silva citado por BRAND et. al. (2004), em indústria de compensados de Pinus na região sul do Brasil, constatou para cada metro cúbico de compensados produzidos, se produz 1,9 m³ de resíduos, considerando a laminação e as atividades de manufatura dos painéis. Mencionou ainda que a produção de resíduos é de 65% quando considerado todo o processo produtivo (laminação e manufatura). Porém, de todo o resíduo gerado, 89% é produzido na laminadora e apenas 11%, na fábrica.

3.6.2 Secagem das Lâminas

O teor de umidade das lâminas, logo após a laminação, é bastante elevado em razão do cozimento das toras. Este valor situa-se na faixa de 80% a 100%. A fim de se evitar aparecimento de fungos ou outros tipos de defeitos que comprometam a qualidade do compensado a secagem das lâminas é fator de urgência. A secagem artificial das lâminas é realizada por meio de secadores alimentados através de vapor fornecido por caldeiras. A temperatura e o teor de umidade são variáveis que ao longo do percurso inicia-se a operação com baixa temperatura e grau de umidade elevado; progressivamente a temperatura aumenta e o grau de umidade diminui até o final correspondente à umidade prevista para as chapas destinadas a colagem.

UMAÑA & BRITO, (2004) afirmam que a secagem de lâminas de madeira, apesar de ser mais fácil que a secagem de madeiras serradas, por possuírem menores espessuras, torna-se um dos fatores mais importantes durante a fabricação do compensado, visto que, altos teores de umidade geralmente, resultam em uma colagem pobre. Em certos casos, bolhas de vapor são formadas, ocasionando descolamento e/ou material estourado.

Por outro lado, um teor de umidade extremamente baixo é prejudicial, pois com a lâmina demasiadamente seca, a taxa de absorção do adesivo líquido será maior,

umentando também a velocidade de cura e a solidificação do adesivo (IWAKIRI, 2005). Uma solução seria deixar as lâminas ressecadas, expostas à umidade ambiente, durante 24 horas (UMAÑA & BRITO, 2004).

3.6.3 Preparação da cola

BALDWIN (1995) descreve que o tipo, a quantidade e a composição do adesivo, assim como os procedimentos empregados na colagem de lâminas, são de importância fundamental na qualidade das chapas.

MARRA (1992), cita que nos aspectos que diz respeito à composição do adesivo, as diferentes proporções de resina, de extensor, de água e de catalisador estão relacionadas diretamente com a resistência da linha de cola das chapas produzidas. Quanto maiores as proporções de resina, em partes por peso do adesivo na sua formulação, a qualidade da ligação adesiva será superior. Na condição inversa, com maior grau de extensão, o custo final do adesivo será inferior, no entanto a qualidade da ligação também será inferior.

JANKOWSKY (1980) concluiu que o aumento na porcentagem de extensor provoca uma diminuição na qualidade da linha de cola verificada através da resistência do painel à flexão estática, principalmente no sentido paralelo.

O ideal, portanto, seria a otimização da relação custo-benefício, em função dos requisitos técnicos com base nas classes de qualidade do compensado, para o uso a que se destina (MARRA, 1992).

A formulação do adesivo, ou seja, a proporção de mistura Resina, Água, Extensor e catalisador (para resina Uréia-formaldeído), segundo IWAKIRI (2005), é apresentado em função de índices técnicos requeridos para o uso como exportação, mercado interno e compensados para caixaria. Estes índices técnicos estão em função da quantidade de resina na formulação da cola, sendo o compensado de exportação os produtos com maior proporção de resina, e o compensado para caixaria o produto com menor proporção de resina na sua formulação.

Outras características como pH e extrativos presentes na madeira, poderão influenciar na cura da resina e, conseqüentemente, na qualidade das chapas produzidas. Madeiras com pH excessivamente ácido podem causar a pré-cura da resina uréia-formaldeído durante a fase de fechamento da prensa, prejudicando as propriedades finais do painel. Por outro lado, na colagem com resina fenolformaldeído o baixo pH da madeira pode retardar a cura da resina (SILVA et. al. 2004).

3.6.4 Aplicação da cola, Juntagem das lâminas e Montagem do Painel.

A baixa densidade e a alta permeabilidade da madeira são alguns dos fatores e que também influenciam significativamente o processo de colagem dos painéis e a resistência da linha de cola (MARRA 1992).

Segundo TSOUMIS (1991), para as madeiras de coníferas de rápido crescimento, as diferenças da massa específica entre os lenhos inicial e tardio e, ainda, entre os lenhos juvenil e adulto são limitações técnicas na colagem das lâminas destas espécies.

KOLLMANN et al. (1975) afirmam que, a grande variabilidade na massa específica da madeira de coníferas depende mais da porcentagem relativa do lenho tardio do que da variabilidade das massas específicas individuais dos lenhos inicial e tardio.

A seleção adequada das lâminas por classe de qualidade, ou seja, lâminas destinadas ao miolo e a capa dos compensados é um fator relevante na fase de montagem tendo em vista que uma das classificações dos painéis compensados é por qualidade das superfícies.

A juntagem de lâminas consiste na colagem das bordas das lâminas e está em função do comprimento e da largura dos painéis. Defeitos nesta etapa poderão conferir ao painel compensado menor resistência.

3.6.5 Pré-prensagem

A pré-prensagem tem como função a transferência da cola de uma camada para a outra, melhorando distribuição do adesivo e a diminuição do tempo de prensagem a quente nos painéis, pois irá facilitar o manuseio e o carregamento da prensa dos painéis a serem prensados. Um controle importante nesta etapa é o controle de pressão para não afetar a espessura final do painel.

3.6.6 Tempo de Assemblagem

O tempo de assemblagem, isto é, o período de tempo decorrido entre a aplicação do adesivo e o momento em que a prensa é fechada, também afeta a qualidade do painel. O tempo de assemblagem deve ser programado de tal maneira que permita a transferência do adesivo da lâmina com cola para a lâmina sem cola, a penetração do adesivo nas células superficiais das lâminas e o umedecimento dessas lâminas (IWAKIRI 2005).

Se o tempo de montagem for menor que o ideal, não haverá a penetração do adesivo, resultando uma linha de cola faminta. Se for maior, ocorrerá uma polimerização parcial do adesivo antes da prensagem. Em ambos os casos a qualidade do painel será prejudicada (JANKOWSKY 1980).

3.6.7 Prensagem

Tempo de prensagem é o tempo decorrido desde o fechamento da prensa até a sua abertura. Este tempo deverá ser suficiente para que o centro do painel atinja a temperatura ideal para a cura da resina e que seja suficiente também para a migração da umidade pelas bordas do painel.

Os principais fatores que influenciam no tempo de prensagem, segundo IWAKIRI (2005) são:

- Distância da superfície do painel até a linha de cola mais interna;
- Catalisador;
- Gramatura;
- Grau de extensão;
- Tempo de montagem;
- Pressão aplicada;
- Temperatura inicial da madeira;
- Densidade;
- Porosidade;
- Teor de umidade da madeira.

KELLY, citado por PIO (2002), concluiu que o teor de umidade é um fator extremamente importante para o tempo de prensagem, pois aumenta a velocidade de transferência de calor da superfície para o centro do painel trazendo uma maior eficácia na cura da resina, devido à melhor condução de calor em condições de umidade do que no ar.

A temperatura esta em função do tipo de resina empregada para a construção do painel.

Segundo a indústria de resinas Synteko, para uma de suas resinas a base de fenolformaldeído, a temperatura na prensagem deve estar entre 125 a 150 °C e o tempo de permanência para uma temperatura menor que 140°C é de 1 min/mm e para uma temperatura maior que 140°C é de 0,6 min/mm.

A pressão é outro fator importante envolvido na prensagem, pois tem a função transferir o adesivo de uma lâmina para outra e melhorar através da diminuição dos espaços vazios através da compressão da madeira a difusão de calor a partir da superfície até o centro do painel (IWAKIRI 2005).

3.6.8 Esquadramento

São cortes nas laterais dos painéis (bordas) deixando os painéis com seus vértices

com um ângulo de 90°. Esta operação é realizada por serras circulares esquadrejadeira para ajuste da largura e do comprimento dos painéis em medidas padronizadas.

A esquadrejadeira mal regulada pode gerar alto índice de descartes, tendo mal acabamento nas bordas dos painéis e gerando painéis desclassificados. Estudo feito por (BONDUELLE et al., 2004) citado por SILVA (2004), concluíram que na manufatura dos painéis a esquadrejadeira tem uma perda de 10,2%.

3.6.9 Lixamento

O objetivo do lixamento é ajustar a espessura do painel, eliminar alguns defeitos ou imperfeições superficiais dando melhor acabamento na superfície do painel.

Painéis produzidos com medidas superiores à planejada e massa acrílica úmida podem gerar um maior desgaste ou “entupimento” das grãs das lixas, causando uma troca excessiva.

3.7 APLICAÇÕES E PRINCIPAIS USOS DOS PAINÉIS COMPENSADOS

O painel de compensado tem múltiplas aplicações. Suas características mecânicas, grandes dimensões e variedades de tipos adaptáveis a cada uso, constituem os principais atributos para justificar a ampla utilização deste material (MACEDO & ROQUE 1997).

O tipo de uso depende principalmente do tipo de resina com que o painel foi fabricado.

De acordo com BALDWIN (1995), para colagem fenólica (Fenolformaldeído), suas características são de colagem a quente, curado normalmente acima de 140°C, geralmente altamente alcalino para cura rápida, resistente à água e de cor escura. Suas aplicações típicas são para painéis estruturais com uso exterior. O mesmo autor relata as características da resina uréica (Uréiaformaldeído) como colagem à quente ou colagem à frio, cura ácida com o calor e/ou cura rápida acelerada através de um

catalisador, resistente a água fria, incolor e pode emitir formaldeído durante o uso.

A definição de compensados estruturais e não estruturais depende dos valores das propriedades físicas e mecânicas definidos por normas técnicas. A classificação dos painéis depende também do tipo de aplicação (exposição) em função do tipo de resina utilizado.

Os painéis compensados estruturais são compostos a base de resina fenólica, e aplicados principalmente na construção civil como forma de concreto, pisos, alma de vigas, cercas, etc.

Os painéis compensados não estruturais são compostos a base de resina uréica e utilizados principalmente na construção de móveis, constituinte de divisórias, ou outro tipo de objeto que não requer carga excessiva para uso interior.

3.8 A IMPORTÂNCIA DA NORMATIZAÇÃO VISANDO A QUALIDADE DE PRODUTOS.

O conhecimento das propriedades físico-mecânicas dos painéis é uma informação importante para os vários tipos de usos como: forma de concreto, móveis, divisórias, pisos, entre outros. Estas refletem diretamente a qualidade da produção do painel, podendo-se intervir no processo de fabricação trazendo melhorias na produção.

No ano de 2.002 a ABIMCI divulgou um estudo realizado com 18 empresas brasileiras produtoras de compensados de pinus e para vários tipos de produtos (espessuras) e determinou as características do compensado brasileiro de pinus apresentados na Tabela 01.

Cada país adota uma norma para padronização de seus produtos, inclusive os produtos de madeira. Existem vários tipos de normas prescritas para produtos de madeiras como, por exemplo: a norma americana ASTM (American Society of Testing Materials), a norma alemã DIN (Deutsches Institut Für Normung), a norma europeia CEN (European Committee for Standardization) e a norma brasileira ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que atualmente está passando por

modificações para adequação do compensado de pinus.

TABELA 01 – CARACTERÍSTICAS DO COMPENSADO BRASILEIRO DE PINUS (PAINEL C+/C, TIPO EXTERIOR, NÃO LIXADO, UMIDADE DE 10-11%.)

Espessura do Pannel	Nº de Lãm	M.E.*	Flexão Estática				Cisalhamento de Linha de Cola	
			Paralelo(Kgf/cm ²)		Perpendicular(Kgf/cm ²)		Tratamento Úmido	
mm		Kg/m ³	MOE	MOR	MOE	MOR	Tensão(Kgf/cm ²)	Falha Madeira(%)
09	5	565	85477	498	22734	224	17	36
12	5	532	68990	381	28389	253	15	43
15	5	512	69331	329	26334	227	13	39
15	7	554	69130	395	33729	295	15	54
18	7	528	63383	347	36228	300	14	48
18	9	559	70949	369	36337	270	14	46
20	7	523	60660	329	36447	274	13	64
20	9	538	59520	326	43869	328	15	29

*Massa Específica Aparente

Fonte: ABIMCI, 2002

3.9 SISTEMA DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE MADEIRAS

A ISO é a entidade internacional que desenvolve as normas em âmbito mundial. Sua sede é em Genebra, Suíça. É representada por praticamente todos os países do Globo e desenvolve normas em todas as áreas onde relações comerciais são mantidas. No Brasil a ISO é representada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, organização responsável pelo desenvolvimento das normas em nível nacional.

A norma ISO 9000 é um conjunto de normas internacionalmente reconhecidas que definem os requisitos a serem considerados por uma organização a fim de garantir um nível de qualidade aos seus produtos ou serviços. Os requisitos do Sistema de Qualidade abrangem desde o recebimento até a entrega do produto final ao cliente.

Em dezembro de 2000, a série foi revisada e passou a ter apenas uma norma sujeita à certificação, a norma ISO 9001.

A norma ISO 9000 chegou à sua terceira geração com alterações significativas, trazendo conceitos que a torna mais próxima da gestão do negócio. Com estas modificações espera-se que o Sistema de Gestão da Qualidade possa contribuir de maneira determinante para o sucesso das empresas e não somente ser um sistema criado para atender à certificação. Hoje é bastante comum encontrar empresas que tenham uma cultura de administração totalmente diferente da "cultura" estabelecida na documentação ISO 9000, gerando conflitos e fazendo com que o Sistema da Qualidade seja um entrave para o desenvolvimento do negócio (OLIVEIRA, 2005).

A norma ISO 9000 descreve os fundamentos de sistemas de gestão de qualidade e estabelece a terminologia para estes sistemas, já a norma ISO 9001 especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade, onde uma organização precisa demonstrar sua capacidade para fornecer produtos que

atendam os requisitos do cliente e os requisitos regulamentares aplicáveis, e objetiva aumentar a satisfação do cliente;

A norma ISO 9004 fornece diretrizes que consideram tanto a eficácia como a eficiência do sistema de gestão da qualidade com objetivo de melhorar o desempenho da organização e a satisfação dos clientes e das outras partes interessadas.

3.9.1 Vantagens

Várias vantagens podem ser citadas com adoção de um sistema de qualidade implantada por uma empresa, sendo elas a redução de produtos desclassificados, a redução de consumo de cola, a redução de produtos delaminados, o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos (ABIMCI 2003), enfim, a redução de custos da produção.

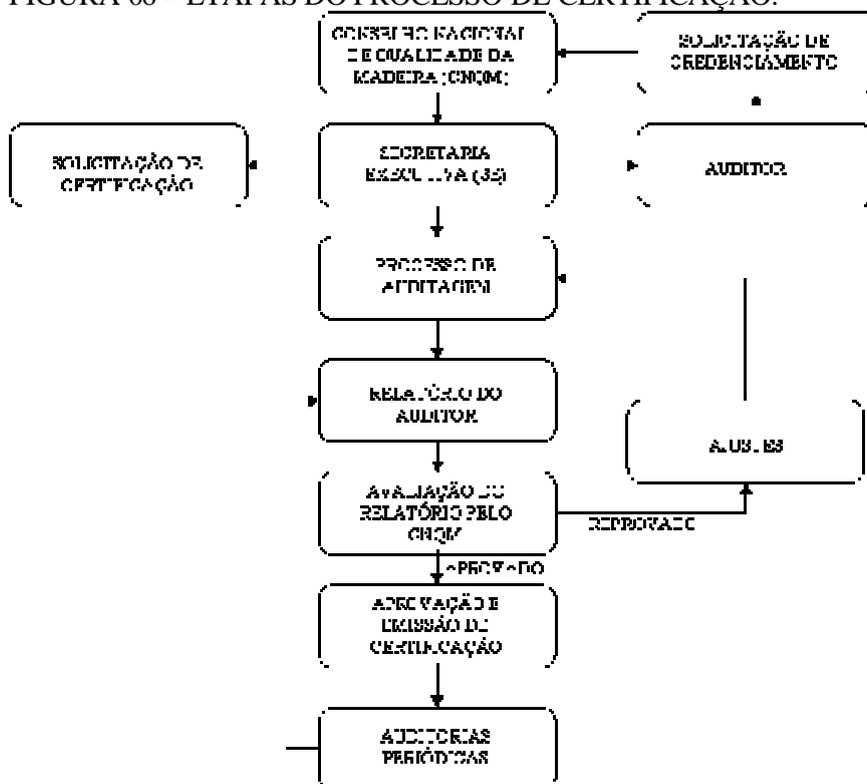
3.10 PROGRAMA NACIONAL DE QUALIDADE DA MADEIRA (PNQM)

A Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI) em 1999 criou o Programa Nacional de Qualidade do Compensado (PNQC), para desenvolver um sistema nacional de certificação do compensado de pinus, e no ano de 2000 o programa foi ampliado para envolver outros tipos de produtos de madeira sólida que levou o nome de Programa Nacional de Qualidade da Madeira (PNQM). O processo de certificação é apresentado na Figura nº6.

Dentro do PNQM existe um conselho que é constituído por produtores, agentes da cadeia de comercialização, associação de consumidores, universidades e institutos de pesquisa e fornecedores de insumos. As responsabilidades do Conselho são de definir diretrizes ao PNQM, coordenar trabalho relacionado com a definição de padrões técnicos e procedimentos da qualidade relativos ao processo de produção dos produtos a serem certificados, definir critérios de

certificação de produtores e fornecedores, selecionar e qualificar auditores da qualidade e decidir em caso de queixa de consumidores e reclamações (ABIMCI 2002).

FIGURA 06 – ETAPAS DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO.



Fonte ABIMCI, 2004.

Visando às exportações para os países europeus devido à grande representatividade na produção brasileira e a obrigatoriedade do selo de conformidade “CE marking” para painéis de madeira utilizados na construção desde 1º de Abril de 2004, a ABIMCI fez parceria com os “Notified Bodies – NB's” (organismos certificadores europeus) com objetivo da obtenção do “CE-Marking”, reconhecidos pela Diretiva de Produtos de Construção (CPD) e autorizados para atuar com painéis de madeira, de acordo com a Decisão 97/462/CE da Comissão Européia.

As letras "CE" são as abreviaturas da frase francesa "Conformité Européene" que significa literalmente "a conformidade européia".

O selo CE marking em um painel compensado é declaração que o fabricante atende as exigências da norma EN de acordo com a diretiva da comunidade européia. Essa marca de conformidade é requerida no âmbito do Espaço Econômico Europeu (EEE) (ABIMCI, 2005)

O CE marking em um produto indica aos órgãos governamentais que o produto pode legalmente ser colocado no mercado em seu país e este selo em um produto assegura o a livre movimentação do produto dentro do EFTA & mercado da União Européia (EU), sendo 28 países no total (CE MARKING, 2005).

3.11 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE QUALIDADE

O sistema de gestão da qualidade visa neste caso específico através de mecanismos de controle de produção a fabricação de painéis compensados com qualidade uniforme e sempre buscando a melhoria do produto com otimização nas variáveis de produção.

O sistema de qualidade é baseado através de documentos elaborados para se fazer os controles na produção, formando assim o manual da qualidade (MQ).

A principal finalidade do manual da qualidade é prover uma descrição adequada do sistema de gestão da qualidade, servindo também como uma referência permanente para a implementação e manutenção do sistema (NB 9004, 1990).

Este manual contém os procedimentos da qualidade que definem:

- O sistema da qualidade;
- O controle de documentos e dados que estabelece a documentação essencial para o funcionamento do sistema como: as instruções de trabalho, os registro da qualidade, e os anexos da qualidade;
- A aquisição de insumos;
- A identificação e rastreabilidade do produto fabricado;
- O controle do processo;

- As inspeções e ensaios;
- O controle de equipamentos de inspeção, medição e ensaios;
- A situação de inspeções e ensaios;
- O controle de produtos não conforme;
- O manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega;
- O controle de documentos da qualidade;
- As auditorias internas de qualidade.

Os documentos estabelecidos para o sistema de qualidade são formados pelo:

- Manual da qualidade (MQ) que além de conter informações sobre a empresa reúne todos os demais documentos utilizados no sistema de qualidade;
- Procedimentos da qualidade (PQ) que estabelecem o funcionamento do sistema e são aplicados no processo de produção;
- Instruções de trabalho (IT) que são específicos para uma determinada etapa do processo de produção, contendo parâmetros de produção a ser aplicado naquela etapa;
- Registros da qualidade (RQ) onde são anotados os resultados obtidos em uma determinada etapa do processo de produção;
- Anexos da qualidade (AQ) que complementam os requisitos estabelecidos nos demais documentos.

A estrutura do sistema é formada pela:

- Diretoria da empresa que define os objetivos e metas do sistema, avalia o desempenho do sistema e disponibiliza recursos materiais e de pessoal para execução e verificação das atividades;
- Gerente da qualidade que garante a implementação e manutenção do sistema, elabora, aprova e distribui os procedimentos da qualidade e instruções de trabalho e decide em caso de alguma não conformidade durante o processo de produção;
- Supervisores da qualidade que verifica se os controles são efetuados de acordo com os procedimentos da qualidade e instruções de trabalho e libera ou barra produtos na linha de produção;
- Inspectores da qualidade executam os controles requeridos nos procedimentos da qualidade e instruções de trabalho e registra os resultados obtidos.

Uma das formas de se avaliar o desempenho do sistema de qualidade, bem como controlar variáveis do processo de produção a fim de aperfeiçoar a produção é através de análises de propriedades tanto físicas como mecânicas dos painéis produzidos.

Constantemente novas tecnologias e novos insumos, principalmente resinas são aplicadas ao processo de produção das chapas de compensados. Assim sendo, é previsto o desenvolvimento de atividades de avaliação e testes dos novos produtos, bem como a proposição de adequações dos parâmetros adotados pelo Programa, para o processo de produção, com o objetivo de melhorar a qualidade do produto final e a produtividade dos fabricantes.

São executados testes periódicos em laboratório para o monitoramento das características físicas e mecânicas dos painéis compensados de pinus e avaliação dos indicadores de conformidade (Factory Product Control – FPC).

Em empresas que adotam a norma européia para certificação de seus produtos fabricados, os valores de propriedades físicas e mecânicas dos produtos são determinados inicialmente a fim de caracterizá-los estabelecendo os valores de referência para os produtos fabricados por aquela empresa. O comprador destes produtos irá adquiri-los com valores de resistência pré-estabelecidos. De acordo com a EN 13986:2002. Esta caracterização dos produtos é denominada de ensaios de ITT (Initial Type Testing).

São desenvolvidos os trabalhos nas empresas certificadas pelo PNQM que detêm o “CE-Marking”:

- Inspeção do FPC;
- Ensaio de ITT;
- Fiscalização, apreciação e aprovação contínua do controle de produção da fábrica;
- Emissão do certificado do controle de produção e do produto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AMBIENTE DO ESTUDO DO CASO

A empresa estudada situa-se no interior do Estado de Santa Catarina, conforme Figura 07, fabricante de painéis compensados multilaminados de pinus e de madeira serrada.

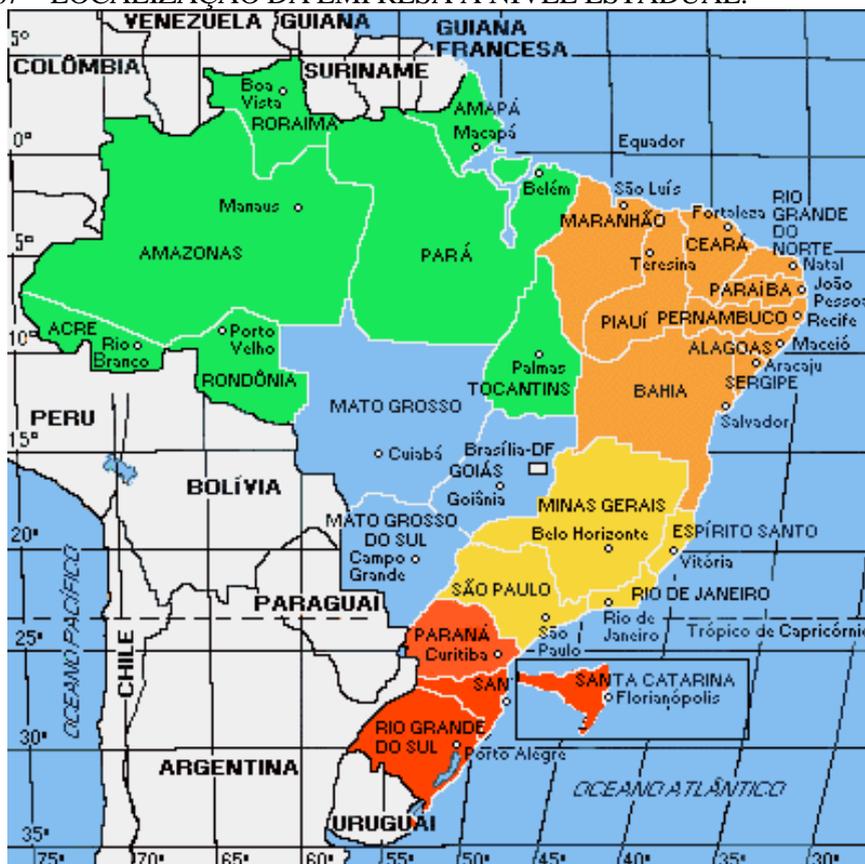
A matéria prima para a produção dos painéis é de plantios da própria empresa, sendo que parte da laminação ocorre em uma das fazendas e outra parte dentro da própria empresa.

Hoje, os produtos principais são: compensados de pinus, madeira serrada e aparelhada de pinus e tapete sarrafeado de pinus. Em torno de 90% da produção é exportada, tendo como principais destinos a Europa, a América do Norte, a América do Sul e Central e o Caribe.

Para efeitos deste estudo, foram estabelecidas duas fases de avaliação.

Tanto na caracterização da fase 1 quanto na caracterização da fase 2 os resultados dos ensaios foram específicos para determinações de algumas propriedades descritas nas normas, como descritos nos subitens dos itens 4.5 e 4.6.

FIGURA 07 – LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA À NÍVEL ESTADUAL.



Fonte: BRASIL ADVENTURE INTERNATIONAL, 2006.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA FASE 1 – AVALIAÇÃO INICIAL

A fase 1 é caracterizada pela inexistência de um sistema de qualidade para controle dos parâmetros de produção.

A empresa dispunha de alguns controles para cálculos de custo de produção e alguns controles de parâmetros de produção, como por exemplo, consumo de resina, gramatura, quantidade de fardos de lâminas produzidas, pressão específica da prensa e quantidade de painéis rejeitados.

A avaliação da qualidade dos painéis foi realizada através de ensaios de resistência de acordo com a norma europeia, sendo amostrado um produto com 12 mm de espessura onde foram tomadas amostras de um lote de produção para avaliação inicial de qualidade.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA FASE 2 – IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE QUALIDADE

Nesta fase, foram adotados procedimentos para controle de qualidade de produção baseados no conjunto de normas ISO 9.000 (versão do ano de 1.994) e no PNQM, aplicando assim os controles na fabricação dos painéis (Instruções de Trabalho, Registros da qualidade, Anexos da qualidade e procedimentos da qualidade). Em cada etapa de fabricação foram adotados e estabelecidos parâmetros baseados em normas e documentos para assegurar a qualidade de fabricação dos produtos.

Para se fazer a comparação entre as fases, tanto na caracterização da Fase1 quanto na caracterização da Fase2 foram realizadas análises quantitativa e qualitativa na unidade fabril estudada.

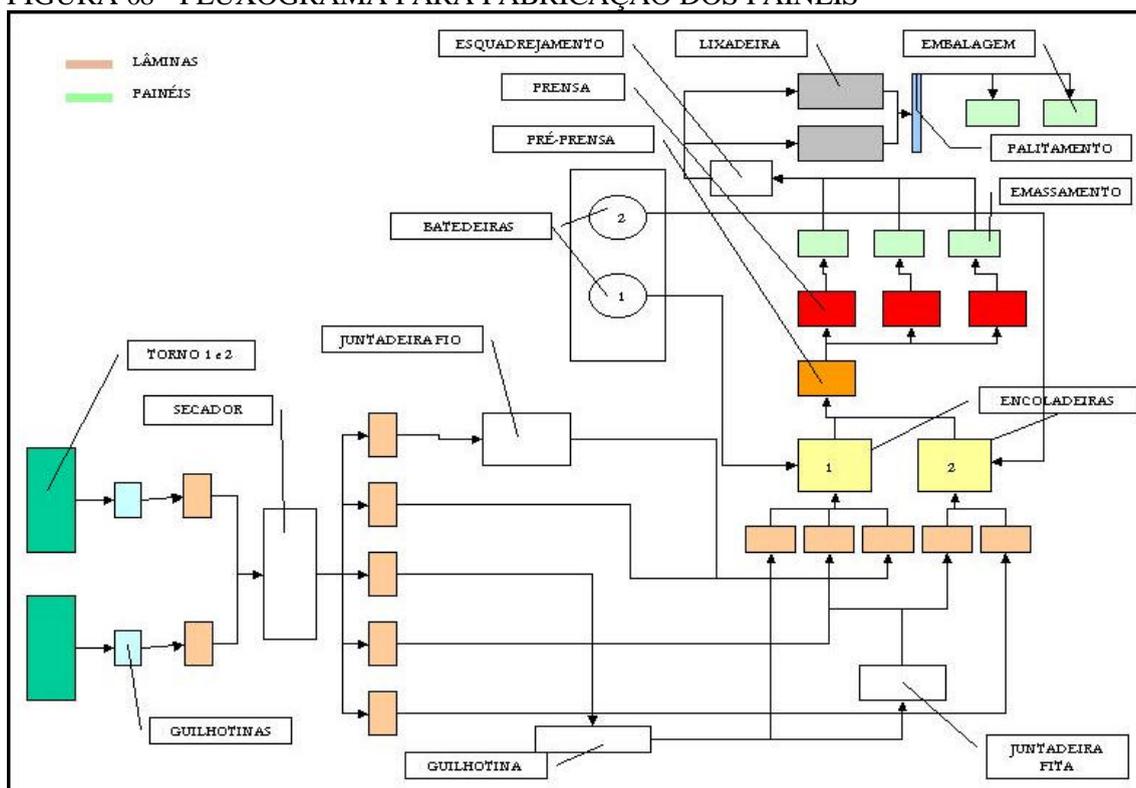
As etapas e parâmetros de fabricação do compensado onde os controles foram estabelecidos são conforme a Tabela 02 a seguir:

TABELA 02 – DETALHAMENTO DAS ETAPAS COM PARÂMETROS DE PRODUÇÃO E SEUS RESPECTIVOS CÓDIGOS DE DOCUMENTOS.

CÓDIGO DOCUMENTOS	ETAPA	PARÂMETROS VERIFICADOS
IT-001	Recebimento de Toras	Disposição Separação em Diâmetro para os Tornos
IT-002/RQ-001	Cozimento de Toras	Tempo de Cozimento Temperatura
IT-003/RQ-002	Laminação	Espessura da Lâmina Comprimento da Lâmina Altura do Fardo de Lâminas
IT-022/AQ-001	Recebimento de Lâminas	Dimensões
IT-005/RQ-003	Secagem de Lâminas	Umidade Espessura da Lâmina Comprimento da Lâmina
IT-006	Classificação de Lâminas	Qualidade
IT-007/RQ-004	Juntagem de Lâminas	Material Utilizado (Fitas e Fios) Temperatura de Aplicação (juntas com fios) Dimensões das Lâminas Juntadas Qualidade da Junta
IT-025	Recebimento de fios e fitas	Qualidade
IT-010/RQ-006	Preparação da cola	Quantidade de Componentes Teor de Sólidos Viscosidade Tempo de Batida
IT-024	Recebimento de Extensor	Umidade
IT-011/RQ-007	Aplicação da Cola	Umidade das Lâminas Temperatura das Lâminas Quantidade de Cola Distribuição da Cola
IT-012/RQ-008	Montagem	Umidade das Lâminas Temperatura das Lâminas Verificação dos Componentes de Montagem Composição do Painel
IT-013/RQ-009	Pré-Prensagem	Tempo de Permanência Pressão
IT-014/RQ-010	Assemblagem	Tempo desde a Montagem até a Prensagem
IT-015/RQ-011	Prensagem	Tempo de Carregamento Temperatura Pressão Tempo de Permanência
IT-016/RQ-012	Esquadrejamento	Esquadro
IT-026	Recebimento de massa sintética	Cor pH Validade
IT-017/RQ-013	Reparos com massa	Qualidade do emassamento na superfície
IT-018/RQ-014	Lixamento	Espessura do Painel
IT-020/RQ-015	Palitamento, Emassamento Lateral	Eliminação de miolo oco (janelas) Qualidade da Superfície Lateral
IT-021/RQ-016	Embalagem e Expedição	Composição Identificação do Fabricante Teor de Umidade

Fonte : ELABORADO PELO AUTOR.

FIGURA 08 - FLUXOGRAMA PARA FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS



Fonte EMPRESA ESTUDADA (ELABORADA PELO AUTOR).

4.4 AMOSTRAGEM DO PRODUTO

Foram amostrados 44 painéis em cada fase do trabalho (Fase1 e Fase2), simulando testes físicos-mecânicos de caracterização do produto segundo a norma europeia (ITT – “Initial Type Testing”), dividindo de em ensaios estruturais (32 painéis) e ensaios não estruturais (12 painéis).

4.4.1 Características do produto

Os painéis que foram testados na Fase 1 são de espessura nominal de 12 mm, com dimensões de 2,44m de comprimento por 0,90 m de largura, constituído de 5 camadas, colados com resina fenólica e lixados nas duas faces com a face da capa emmassada com massa acrílica e as laterais dos painéis

“palitados” as janelas. Já os painéis amostrados na Fase 2 são com as mesmas características diferindo na largura de 1,20 m. Todos os painéis amostrados são produtos de exportação para um certo tipo de cliente europeu, e foram selecionados 1 painel a cada 25 produzidos.

4.4.2 Classificação do produto

De acordo com o projeto de norma ABNT 31:000.05-001/2, este compensado é classificado de uso geral “GER”, para uso exterior [painel colado com resina fenólica(à prova d’água), destinado ao uso externo], lixado dos dois lados e emassado na parte da capa “I/II (pela definição antiga C+/C). Quanto à classificação do painel, o projeto de norma da ABNT se assemelha com a norma européia.

4.4.3 Confeção dos Corpos de Prova

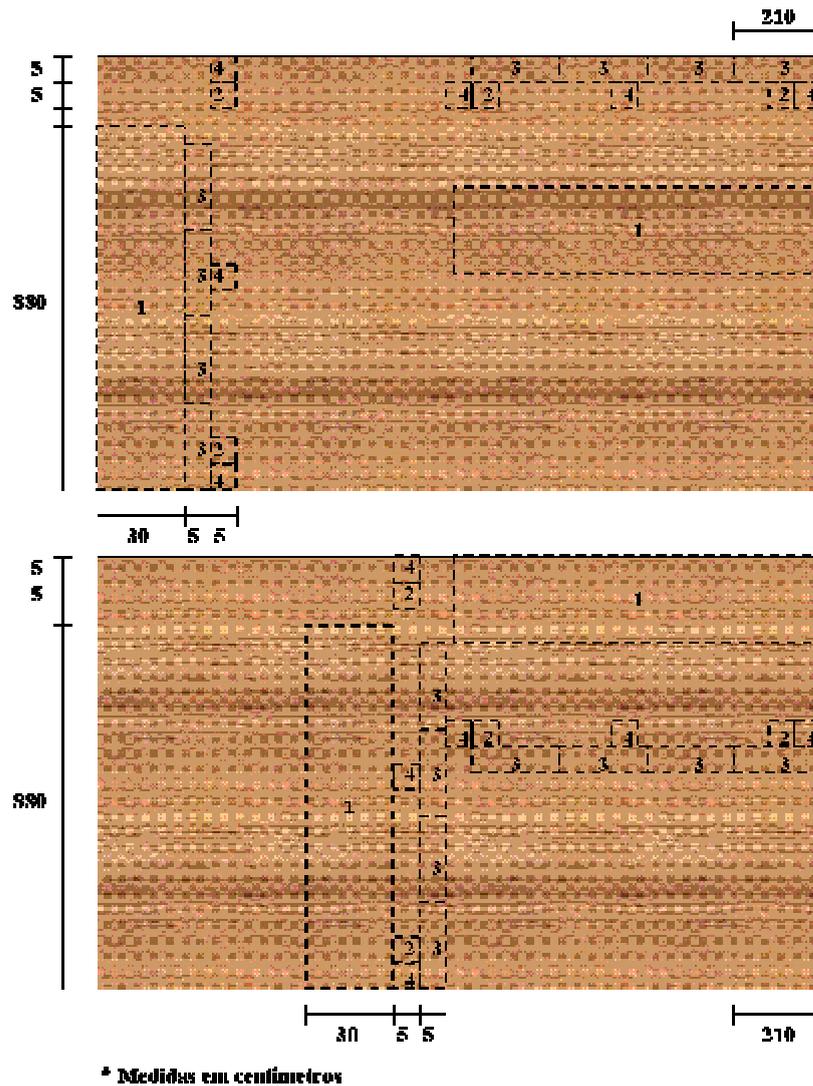
Os painéis foram levados à Universidade Federal do Paraná onde foram confeccionados os corpos de prova para os ensaios no Laboratório de Usinagem da Madeira de acordo com a norma EN 326-1:1994, EN 325:2000, EN 789:1995, EN 322:2000, EN 323:2000, EN 310:1993, EN 314-1:1996, EN 314-2:1996. Após o procedimento de confecção dos corpos de prova, os mesmos foram levados ao laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Paraná onde seguiram para a câmara de climatização com exceção dos corpos de teor de umidade.

Na câmara de climatização, a umidade relativa do ambiente é controlada a $65\pm 5\%$ e a temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Com estes controles a umidade de equilíbrio dos corpos é de aproximadamente 12%.

4.5 ENSAIOS DO TIPO ESTRUTURAL

Os corpos de prova foram confeccionados seguindo o esquema de corte adaptado à norma EN-789:1995 conforme a Figura 09.

FIGURA 09 – ESQUEMAS DE CORTE DO TIPO ESTRUTURAL.



*Onde:

- 1: Flexão Estática
- 2: Teor de Umidade
- 3: Compressão
- 4: Massa Específica Aparente

4.5.1 Materiais para ensaios estruturais

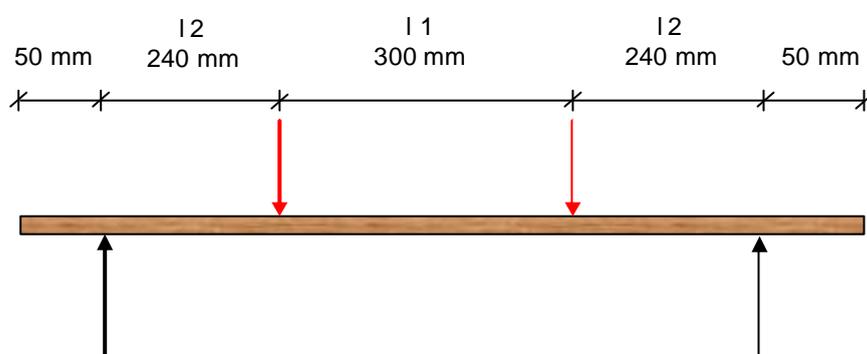
Para estes tipos de ensaios foi utilizada uma máquina universal de ensaios da marca Tinius Olsen, com capacidade de carga de 30 Tf, uma balança digital com capacidade de carga de 15 kg e um paquímetro digital com capacidade de medição de até 150 mm.

4.5.2 Flexão Estática (EN-789:1995)

Na determinação das propriedades mecânicas de flexão estática foram amostrados 2 corpos de prova por painel, sendo 1 no sentido paralelo ao sentido das fibras da capa e 1 perpendicular ao sentido das fibras da capa.

As medidas e dimensões estão descritas na Figura 10.

FIGURA 10 –DIMENSÕES E PARÂMETROS PARA ENSAIOS DO CORPO DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL.



Parâmetros	Valores
Comprimento	880 mm
Vão I1	300 mm
Vão I2	240 mm
Largura	300 mm
Tempo de Ruptura	300±120s

Para este tipo de ensaio foram determinados os valores de módulo de elasticidade e módulo de ruptura de acordo com os itens 4.5.2.1 e 4.5.2.2 respectivamente.

4.5.2.1 Determinação do Módulo de Elasticidade (E_m) à Flexão Estática.

$$E_m = \frac{(F_2 - F_1)l_1^2 l_2}{16(u_2 - u_1)I}$$

Onde:

E_m : Módulo de Elasticidade(N/mm²)

F_2 : 40% da força máxima(N);

F_1 : 10% da força máxima(N);

l_1 : Distância entre as aplicações de cargas(mm);

l_2 : Distância entre o apoio e a aplicação da carga(mm);

u_1 : Deformação correspondente à 10% da força máxima(mm);

u_2 : Deformação correspondente à 40% da força máxima(mm);

I : Momento de Inércia(mm⁴)

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Onde:

I : Momento de Inércia (mm⁴)

b : Largura do corpo de prova(mm);

h : Espessura do corpo de prova(mm);

4.5.2.2 Determinação do Módulo de Ruptura (F_m).

$$f_m = \frac{F_{m\acute{a}x} l_2}{2W}$$

Onde:

f_m : Módulo de Ruptura(N/mm^2);

$F_{m\acute{a}x}$: Força máxima(N)

l_2 : Distância entre o apoio e a aplicação da carga(mm);

W : Módulo de rigidez(mm^3)

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

Onde:

W : Módulo de Rigidez(mm^3)

b : Largura do corpo de prova(mm);

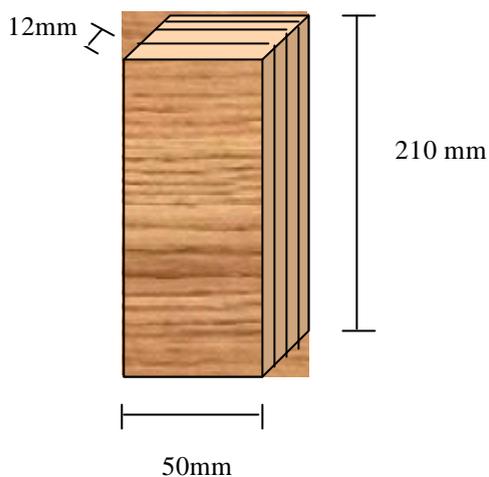
h : Espessura do corpo de prova(mm);

4.5.3 Compressão estrutural (EN-789:1995)

Na determinação das propriedades mecânicas de compressão foram amostrados 2 corpos de prova por painel, 1 no sentido paralelo ao sentido das fibras da capa e 1 perpendicular ao sentido das fibras da capa.

Os corpos de prova de compressão são montados com peças do mesmo painel com as dimensões pré-estabelecidas pela norma e colados a quantidade de 4 peças por corpo como mostra a Figura 11:

FIGURA 11 – ESQUEMAS DE MONTAGEM, DIMENSÕES E PARÂMETROS PARA ENSAIOS DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL.



Parâmetros	Valores
Comprimento	210 mm
Vão	150 mm
Largura	50 mm
Tempo de Ruptura	300±120s

Para este tipo de ensaio foram determinados os valores de módulo de elasticidade e módulo de ruptura de acordo com os itens 4.5.3.1 e 4.5.3.2 respectivamente.

4.5.3.1 Determinação do Módulo de Elasticidade à Compressão.

$$E_c = \frac{(F_2 - F_1)l_1}{(u_2 - u_1)A}$$

Onde:

Ec: Módulo de Elasticidade à Compressão(N/mm²);

F2: 40% da força máxima(N);

F1: 10% da força máxima(N);

l1: Distância entre as garras do defletoômetro (Vão)(mm);

u1: Deformação correspondente à 10% da força máxima(mm);

u2: Deformação correspondente à 40% da força máxima(mm);

A: Área da seção(mm²).

$$A = bh$$

Onde:

A: Área da seção(mm²);

b: Largura do corpo de prova(mm);

h: Espessura do corpo de prova(mm).

4.5.3.2 Determinação da Tensão Máxima à Compressão (Módulo de Ruptura)

$$f_c = \frac{F_{máx}}{A}$$

Onde:

f_c : Tensão Máxima à Compressão(N/mm²);

$F_{máx}$: Força máxima (N);

A: Área da seção(mm²);

4.5.4 Teor de Umidade (EN-322:2000)

Para a determinação do teor de umidade das amostras dos painéis, foi utilizada uma estufa com circulação de ar, um dessecador com sílica e uma balança de precisão com intervalos de 0,001g.

A amostragem foi realizada retirando-se 4 corpos de prova por painel de acordo com a norma EN-326-1.

A massa mínima exigida pela norma para a determinação do teor de umidade é de 20g independente da dimensão do corpo. Como padronização foi definida as dimensões de comprimento igual à 65mm e a largura igual à 50mm.

Para este tipo de ensaio, as determinações desta propriedade do painel são realizadas também em painéis para ensaios do tipo não estrutural.

4.5.5 Massa Específica Aparente (EN-323:2000)

Para a determinação da massa específica aparente das amostras dos painéis, foi utilizada uma balança de precisão com intervalos de 0,001g, um paquímetro digital com capacidade de medição de até 150 mm e um micrômetro digital.

A amostragem foi realizada retirando-se 6 corpos de prova por painel de

acordo com a norma EN-326-1.

Os corpos de prova foram confeccionados com dimensões de 50x50mm.

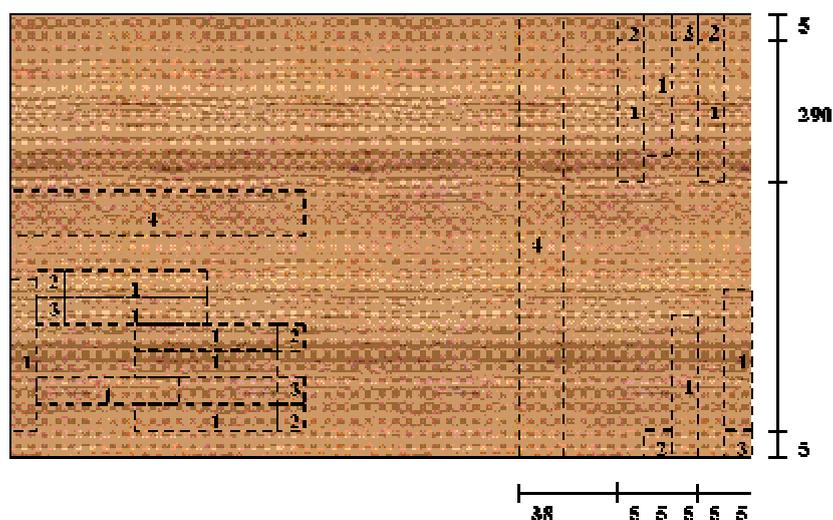
A medição da espessura foi realizada com o auxílio do micrômetro no centro do corpo de prova, procedimento este necessário para se evitar qualquer tendência na medição que possa ser causada por alguma irregularidade nas faces do corpo de prova.

Para este tipo de ensaio, as determinações desta propriedade do painel são realizadas também em painéis para ensaios do tipo não estrutural.

4.6 ENSAIOS DO TIPO NÃO ESTRUTURAL

Os corpos de prova foram confeccionados seguindo o esquema de corte adaptado à norma EN-326-2 conforme a Figura 12.

FIGURA 12 – ESQUEMA DE CORTE DO TIPO NÃO ESTRUTURAL.



* Medidas em centímetros

*Onde:

- 1: Flexão Estática
- 2: Massa Específica Aparente
- 3: Teor de Umidade
- 4: Cisalhamento

4.6.1 Materiais para Ensaios Não Estruturais

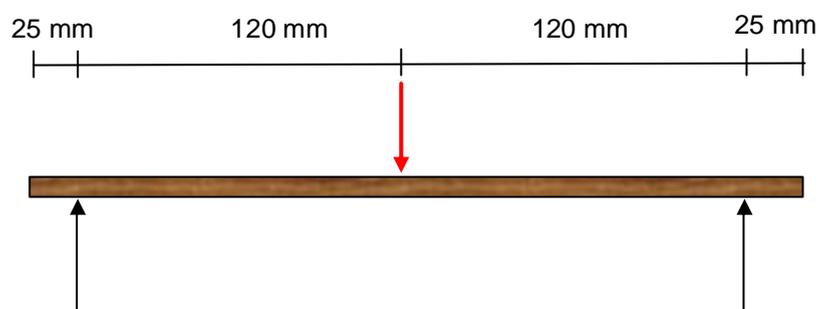
Para estes tipos de ensaios foi utilizada uma máquina universal de ensaios da marca EMIC com capacidade de carga de 10 Tf, uma balança digital com capacidade de carga de 2 kg e um paquímetro digital com capacidade de medição de até 150 mm.

4.6.2 Flexão Estática (EN-310:1993)

Na determinação das propriedades mecânicas de flexão estática foram amostrados 12 corpos de prova por painel, 6 no sentido paralelo ao sentido das fibras da capa e 6 perpendicular ao sentido das fibras da capa.

As medidas e dimensões estão descritas na Figura 13.

FIGURA 13 – DIMENSÕES E PARÂMETROS PARA ENSAIOS DO CORPO DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL.



Parâmetros	Valores
Comprimento	290 mm
Vão	240 mm
Largura	50 mm
Tempo de Ruptura	60±30s

4.6.2.1 Determinação do Módulo de Elasticidade à Flexão Estática.

$$E_m = \frac{(F_2 - F_1)l_1^3}{4bt^3(a_2 - a_1)}$$

Onde:

E_m : Módulo de Elasticidade (N/mm²);

F_2 : 40% da força máxima (N);

F_1 : 10% da força máxima (N);

l_1 : Distância entre os apoios (Vão) (mm);

b : Largura do corpo de prova (mm);

t : Espessura do corpo de prova (mm)

a_1 : Deformação correspondente à 10% da força máxima (mm);

a_2 : Deformação correspondente à 40% da força máxima (mm);

4.6.2.2 Determinação do Módulo de Ruptura.

$$f_m = \frac{F_{m\acute{a}x}l_1}{2bt^2}$$

Onde:

f_m : Módulo de Ruptura (N/mm²);

$F_{m\acute{a}x}$: Força máxima (N)

l_1 : Distância entre os apoios (Vão)(mm);

b : Largura do corpo de prova (mm);

t : Espessura do corpo de prova (mm)

4.6.3 Cisalhamento por tração na linha de colagem (EN-314-1:1996/EN-314-2:1996)

Para a determinação do cisalhamento de linha de cola das amostras dos painéis, foi utilizada uma máquina universal de ensaios com capacidade de 10Tf e um paquímetro digital com capacidade de medição de até 150 mm.

A amostragem foi realizada retirando-se 30 corpos de prova por painel, sendo que:

- 10 corpos de prova para o pré-tratamento de imersão durante 24h em água a $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ (5.1.1);
- 10 corpos de prova para o tratamento de imersão durante 4h em água em ebulição, seguida de secagem em estufa com circulação de ar, a $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, seguida de imersão em água em ebulição durante 4h, seguida de resfriamento em água a $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante pelo menos 1h para a temperatura estabilizar em torno de 20°C (5.1.3);
- 10 corpos de prova para imersão durante $72\text{h} \pm 1\text{h}$ em água em ebulição seguida de resfriamento durante pelo menos 1h para a temperatura estabilizar em torno de 20°C (5.1.4).

Os sulcos foram feitos de modo que a ruptura ocorra nas lâminas de miolo cola nos sentidos de capa e contra-capa do painel conforme a Figura 14.

FIGURA 14 – PERFIL DO CORPO DE PROVA DE CISALHAMENTO DE LINHA DE COLA.



Parâmetros	Valores
Distância entre os sulcos	25 mm
Largura	25 mm
Comprimento	83 mm

4.6.3.1 Resistência ao cisalhamento

$$f_v = \frac{F}{lb}$$

Onde:

f_v : Resistência ao cisalhamento(N/mm²);

F: Força máxima(N);

l: Distância entre os sulcos (mm);

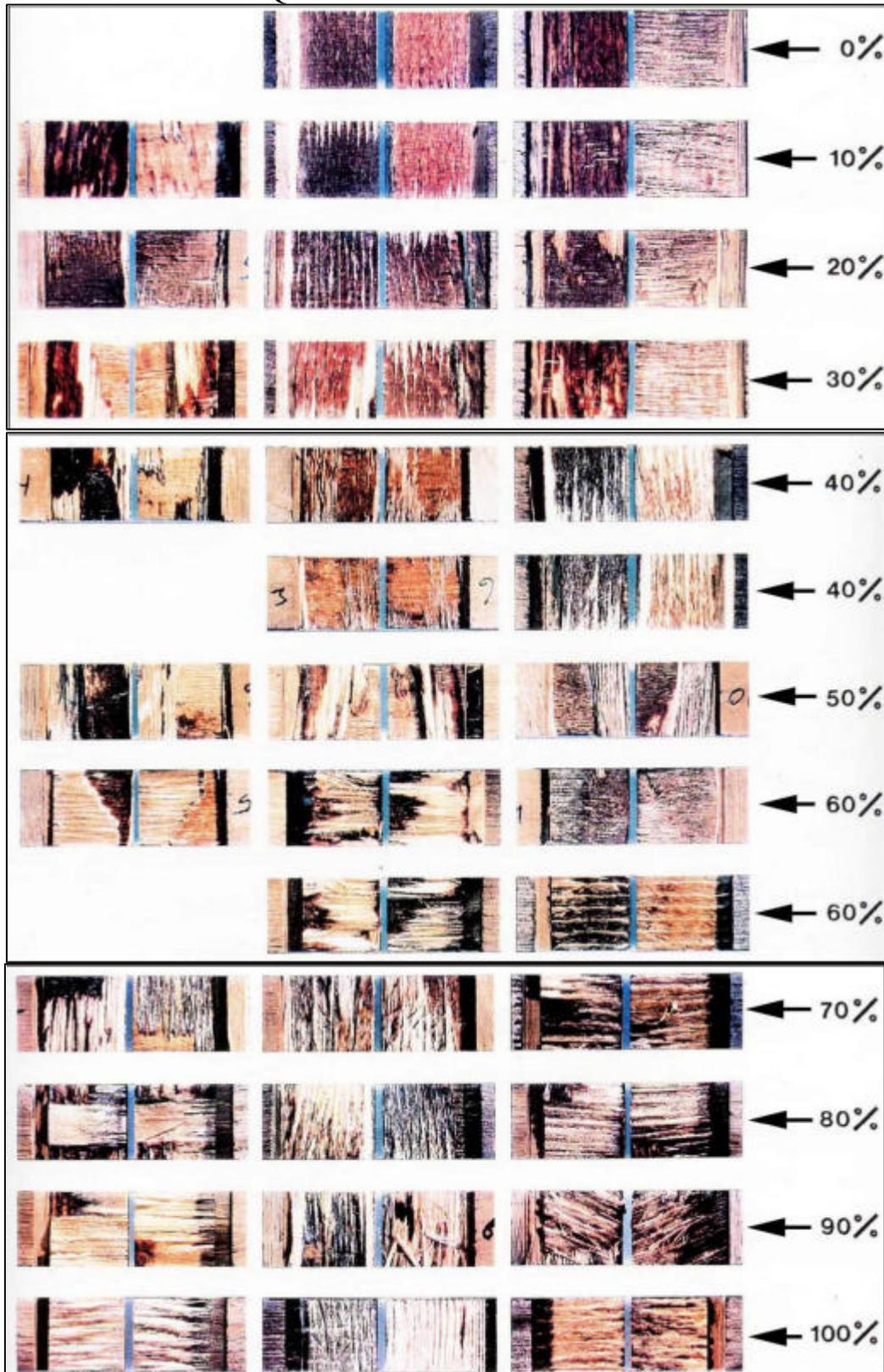
b: Largura do corpo de prova (mm).

4.6.3.2 Porcentagem de Falha da Madeira

A determinação da porcentagem de falha da madeira nos ensaios de cisalhamento de linha de cola é uma determinação subjetiva e requer prática. Esta avaliação foi realizada utilizando-se a média dos valores registrados entre duas pessoas para tentar atingir uma maior precisão.

A porcentagem de falha na madeira é o quanto de fibra de madeira ficou aderida na linha de colagem em uma determinada área, sendo este valor expresso em porcentagem (%) como mostra a Figura 15.

FIGURA 15 – ANÁLISE QUALITATIVA DA LINHA DE COLAGEM.



Fonte: ABNT . 31:000.05-001/1 anexo D.

4.6.4 Análises estatísticas

- a) Os painéis para estudo foram amostrados como descrito no item 4.4.
- b) Considerou-se como tratamentos aplicados as etapas demonstrada “antes” fase 1-Avaliação inicial e “depois” Fase 2 – após a implantação do sistema de qualidade, com os dados normalmente distribuídos.
- c) As variáveis consideradas para avaliação estatística do efeito dos tratamentos foram: flexão estática não estrutural, compressão estrutural, flexão estática estrutural, massa específica aparente e teor de umidade.
- d) Após a realização dos ensaios, os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de uma análise de variância, sendo que a comparação entre os valores médios dos tratamentos executada através do teste de Tukey, ao nível de 95% de probabilidade, utilizando o programa Statgraphics 4.1.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS PAINÉIS

5.1.1 Teor de Umidade

Na tabela 03 são apresentados os resultados médios determinados para o teor de umidade dos painéis amostrados, juntamente com seus desvios padrões, coeficientes de variação e o número de amostras.

TABELA 03 – TEOR DE UMIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS.

FASE	T.U. (%) [*]	D.P	C.V. (%)	N
1	10,98 ^A	1,76	15,99	352
2	11,48 ^A	0,79	6,87	352

T.U.= Teor de umidade dos painéis (%).

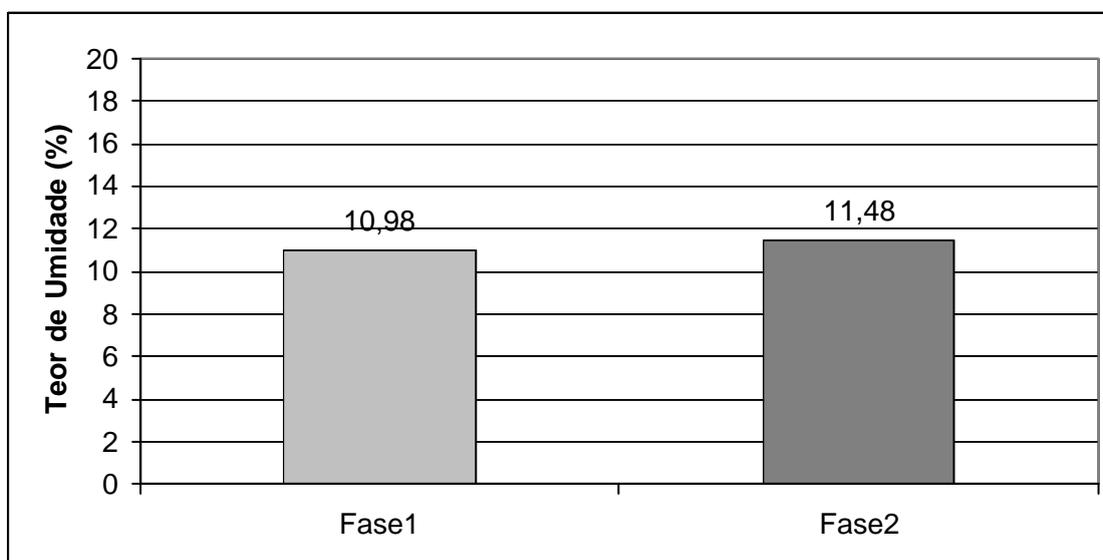
D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por fase.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

FIGURA 16 – TEOR DE UMIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS AMOSTRADOS NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM.



Confrontado os resultados com o teor de umidade máximo exigido pelo PNQM que é de 18%, os valores médios encontram-se de acordo com os requisitos.

De acordo com os resultados das análises das médias apresentadas na tabela 03, observa-se conforme Tabela 1.3 do anexo, que não houve diferença significativa pelo teste de F a 95% de probabilidade para os tratamentos analisados.

Observando-se a Figura 16, nota-se um aumento na média do teor de umidade dos painéis na fase 2 em relação a fase 1. Este aumento é considerado baixo pois houve um acréscimo no teor de umidade de somente 0,5%, mas fator mais importante a ser salientado nesta análise é a evidência da diminuição do coeficiente de variação na Fase 2, conforme a Tabela 03, mostrando uma provável homogeneização no controle de umidade das lâminas.

5.1.2 Massa Específica Aparente

Na Tabela 04 são apresentados os resultados médios determinados para a massa específica aparente dos painéis amostrados, juntamente com seus desvios padrões, coeficientes de variação e teste de médias, realizado pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

TABELA 04 – MASSA ESPECÍFICA APARENTES DOS PAINÉIS.

FASE	M.E.* (Kg/m ³)	D.P	C.V. (%)	N
1	544,91 ^A	28,51	5,23	264
2	570,59 ^B	34,66	6,07	264

M.E.= Massa específica aparente dos painéis (Kg/m³).

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por fase.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Observando-se os resultados apresentados da Tabela 04, os valores médios de massa específica aparente apresentaram diferença estatística significativa pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

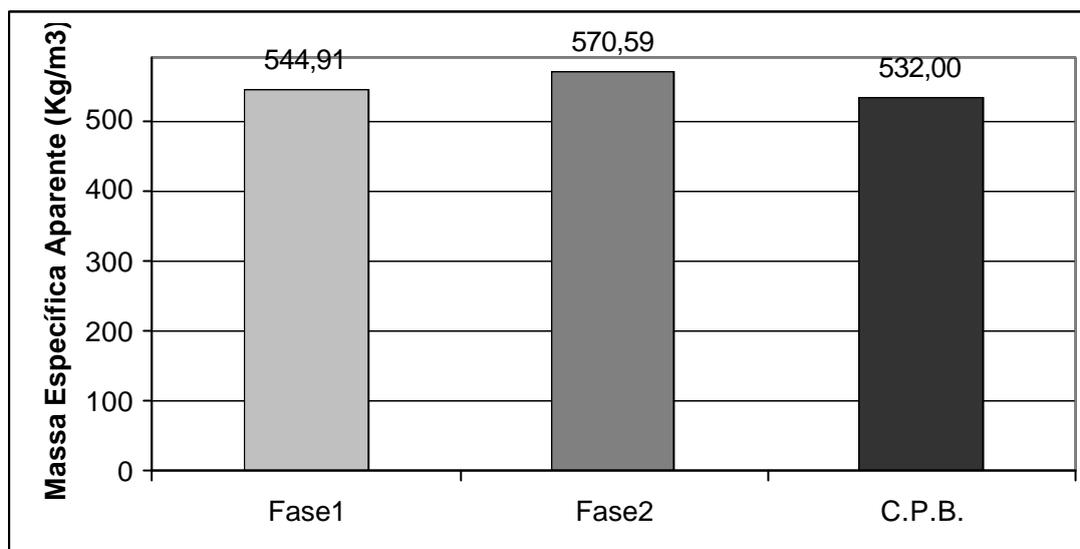
O incremento na massa específica dos painéis na Fase2 pode ser devido à influencia da maior predominância de lenho tardio (KOLLMAN citado por PALMA, 1994), já que relatos da empresa provam que a origem da matéria prima vêm de talhões com árvores mais velhas, e conseqüentemente uma maior quantidade de lenho tardio em relação à matéria prima que foi utilizada na confecção dos painéis na Fase1.

Apesar de a massa específica aparente estar diretamente relacionada com o teor de umidade, nota-se na Tabela 03 que houve um aumento no teor de umidade na Fase 2 e conseqüentemente causando um aumento na massa específica aparente, mas este aumento provavelmente não é justificável a ponto de aumentar cerca de $25,68\text{kg/m}^3$ a massa específica da Fase 1 para a Fase 2.

Além da origem da matéria prima e o teor de umidade que influenciam a massa específica aparente dos painéis, é importante ressaltar o fator pressão da prensa. Para dimensões de $2,44\text{m} \times 1,22\text{m}$ utilizou-se uma pressão específica de 10 kgf/cm^2 sendo que a pressão na Fase1 é indeterminada, podendo ter ocorrido também à retração das lâminas na Fase2 ocasionando uma redução do volume por esmagamento e conseqüentemente um leve aumento na massa específica. (KOLLMAN citado por PALMA, 1994).

Quando comparando estes resultados com a classificação feita pela ABIMCI com painéis de 12 mm de espessura, com cinco lâminas e camadas e com colagem fenólica, na caracterização de 18 empresas fabricantes de compensado de pinus brasileiro (C.P.B.), pode-se observar, conforme Figura 17, que as médias tanto na primeira quanto na segunda fase apresentam valores médios superiores à classificação.

FIGURA 17 – MASSA ESPECÍFICA MÉDIA DOS PAINÉIS AMOSTRADOS NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM EM RELAÇÃO AO COMPENSADO DE PINUS BRASILEIRO (CPB).



5.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS PAINÉIS

5.2.1 Flexão Estática Não Estrutural

Na Tabela 05 são apresentados resultados médios de módulo de elasticidade, e módulo de ruptura juntamente com seus valores de desvio padrão, coeficiente de variação e teste de médias, realizado pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

TABELA 05 – VALORES DE MÓDULO DE RUPTURA À FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

Fase	Sentido	Fm* (MPa)	D.P	C.V.(%)	N
1	Paralelo	46,16 ^A	7,33	15,87	72
	Perpendicular	37,01^A	6,10	16,48	72
2	Paralelo	36,80 ^B	7,88	21,41	72
	Perpendicular	38,02^A	8,49	22,32	72

Fm = Módulo de Ruptura (MPa).

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por sentido.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Nos valores apresentados na tabela 05, quando comparados os resultados de Módulo de Ruptura no sentido paralelo na Fase1 com a Fase 2, nota-se um decréscimo de 9,36MPa na média, sendo que eles diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade, mas em contrapartida, o módulo de ruptura no sentido perpendicular teve um acréscimo de 1,01MPa e não houve diferença estatística pelo teste de F a 95% de probabilidade de acordo com a Tabela 1.6 dos anexos.

Resultados de avaliações realizada em uma empresa certificada (empresa C) pelo PNQM, de acordo com a Tabela 06, mostram que o módulo de ruptura no sentido paralelo é muito próxima ao determinado no sentido perpendicular na Fase 2, conforme Figura 18, portanto esta não é uma característica particular da empresa estudada.

TABELA 06 – VALORES DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL DE COMPENSADOS DE 12 mm, COLAGEM FENÓLICA, NO SENTIDO PARALELO (//) E PERPENDICULAR (-) EM RELAÇÃO À GRÃ DE LÂMINA DE CAPA.

Estatística	Empresa C (-)		Empresa C (//)	
	Fm (MPa)	Em (MPa)	Fm (MPa)	Em (MPa)
	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2
Média	39,05	3135,14	42,40	5305,49
D.P.	8,03	550,60	9,37	1557,87
C.V.	20,56	17,56	22,10	29,36
N	72	72	72	72

Fm = Módulo de Ruptura (MPa).

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

Em = Módulo de Elasticidade (MPa)

N = Número de amostras por sentido.

Fonte: LTM – UFPR – 2005

FIGURA 18 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE RUPTURA ENTRE DUAS EMPRESAS NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DE LÂMINA DE CAPA.

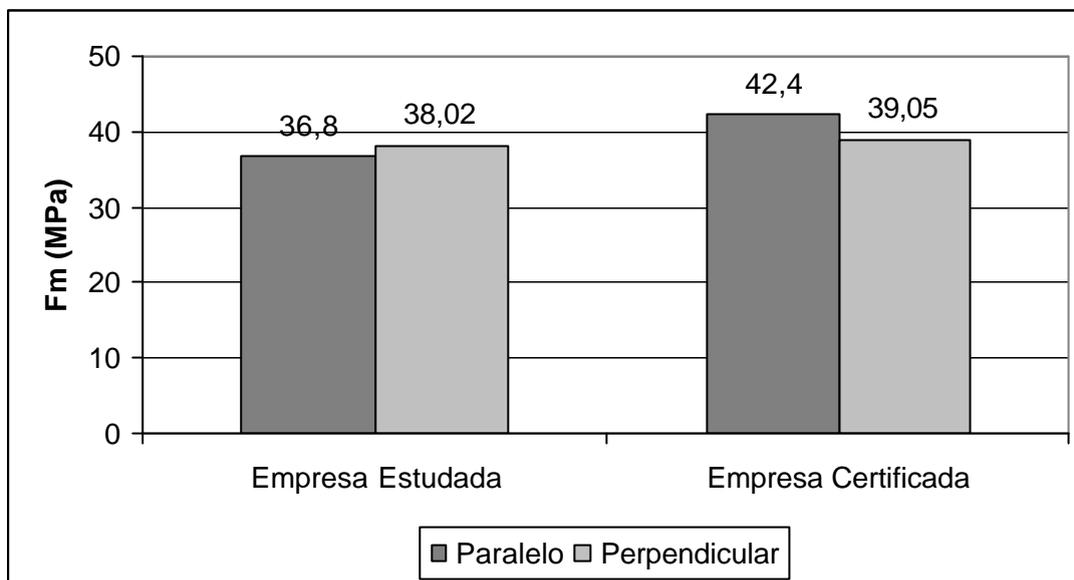


TABELA 07 – VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

Fase	Sentido	Em* (MPa)	D.P	C.V.(%)	N
1	Paralelo	5074,69 ^A	922,53	18,18	72
	Perpendicular	2687,71^A	522,05	19,42	72
2	Paralelo	4414,99 ^B	952,07	21,56	72
	Perpendicular	3021,18^B	616,95	20,42	72

Em = Módulo de Elasticidade (MPa)

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por sentido.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Conforme a Tabela 07, tanto os valores médios de módulo de elasticidade (Em) no sentido paralelo quanto no sentido perpendicular apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Pode-se observar na Figura 19 que para o valor médio de módulo de elasticidade houve uma diferença negativa da Fase1 para a Fase2 de 659,7MPa e um acréscimo na resistência de 333,47MPa no sentido perpendicular.

A explicação para esta queda na resistência no sentido paralelo pode ter sido causada por falhas na juntagem das lâminas para compor as camadas internas dos painéis, como mostra a Figura 20 e 21. Antecedendo a etapa de montagem, as lâminas destinadas ao miolo cola são juntadas pela juntadeira de fios a fim de eliminar “janelas” ou falhas no painel compensado. Apesar das lâminas serem juntadas, pode ocorrer pequenas janelas devido à irregularidade das bordas das lâminas ocasionadas pela guilhotina mal regulada. Notou-se visualmente durante todo o processo de confecção dos corpos a presença de “janelas” e estas podem ter afetado negativamente mais os corpos de prova no sentido paralelo do que no sentido perpendicular.

Como o princípio de montagem de um painel compensado é de laminação cruzada, as lâminas de miolo cola sempre estarão no sentido inverso ao sentido da capa. Quando se retira um corpo de prova no sentido paralelo, se houver espaços frequentes entre as lâminas de miolo cola, os corpos de prova terão maior incidência de falhas ou “buracos” em sua extensão, ficando visível em sua lateral. Isto ocorre com os corpos de prova no sentido perpendicular também, mas com menor incidência, ficando este tipo de falha restrita nos topos (Figura 20 e 21).

FIGURA 19 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

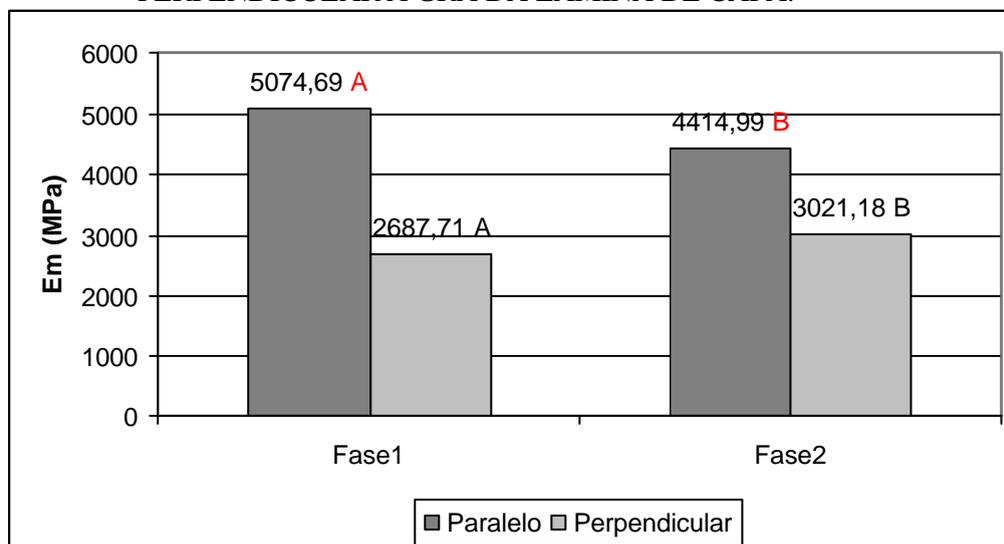


FIGURA 20 – ASPECTOS DO CONJUNTO DE CORPOS DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL RETIRADOS DOS PAINÉIS COMPENSADOS TESTADOS NO SENTIDO PARALELO.

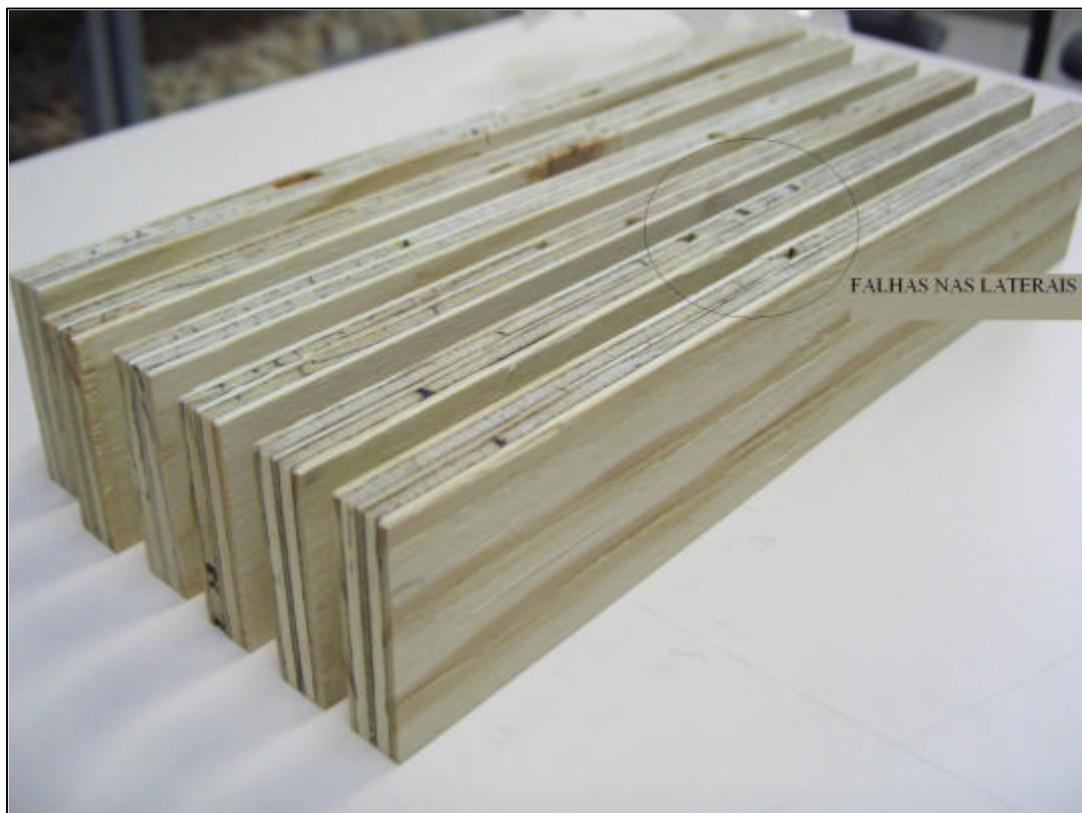


FIGURA 21 – ASPECTOS DO CONJUNTO DE CORPOS DE PROVA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL RETIRADOS DOS PAINÉIS COMPENSADOS TESTADOS NO SENTIDO PERPENDICULAR.



5.2.2 Cisalhamento por tração na linha de colagem

De acordo com a norma EN 314-2:2001, os valores de tensão de ruptura da linha de colagem e os valores de ruptura na madeira (Falha) combinados em cada corpo de prova têm que atenderem os requisitos de colagem apresentados na Tabela 08.

TABELA 08 – CRITÉRIOS PARA O CUMPRIMENTO DOS REQUISITOS DE COLAGEM DE PAINÉIS COMPENSADOS MULTILAMINADOS.

Resistência ao Cisalhamento da Linha de Colagem - f_v	Ruptura na Madeira (Falha) %
N/mm²	
0,2= f_v <0,4	=80
0,4= f_v <0,6	=60
0,6= f_v <1,0	=40
1,0= f_v	Sem exigência

Fonte adaptada: EN 314-2:2001

As tabelas 08 e 09 apresentam os resultados médios de resistência (tensão máxima) e falha na madeira por painel nos três tratamentos estabelecidos conforme a norma EN 314-2:2001, com suas respectivas situações de aprovação. Os critérios de aprovação estabelecem que pelo menos 90% dos painéis testados se cumpram os critérios estabelecidos na Tabela 08, caso contrário o lote de painéis testados são reprovados.

TABELA 09 – RESULTADOS DE APROVAÇÃO DOS PAINÉIS TESTADOS NA FASE 1 SEGUINDO CRITÉRIOS DA NORMA EUROPÉIA.

Painel	Água Fria			Ciclo			Fervura 72h		
	fv(MPa)	F.M.(%)	Sit.	fv(MPa)	F.M.(%)	Sit.	fv(MPa)	F.M.(%)	Sit.
1	1,11	40,0	NC	1,11	26,0	NC	1,26	31,0	C
2	1,29	68,0	C	1,32	66,0	C	1,00	38,0	NC
3	1,62	60,0	C	1,33	62,0	C	1,08	80,0	C
4	1,32	61,0	C	0,97	49,0	C	1,07	46,0	NC
5	0,97	30,0	NC	0,78	22,0	NC	0,78	25,0	NC
6	1,24	85,0	C	1,22	72,0	C	0,97	76,0	C
7	0,95	64,0	C	0,89	66,0	C	1,36	74,0	C
8	1,15	58,5	NC	1,11	64,0	NC	0,94	43,0	NC
9	1,02	56,0	NC	0,95	42,0	NC	0,64	24,0	NC
10	1,18	74,0	C	0,88	81,0	C	1,19	92,0	C
11	0,97	61,0	C	0,99	62,0	C	0,97	14,0	NC
12	1,05	72,0	C	1,06	80,0	C	0,99	40,0	NC
	REPROVADO*			REPROVADO*			REPROVADO*		

* = Quando os painéis se encontram nesta situação são realizados retestes até se cumprir os requisitos.

fv = Resistência ao cisalhamento (MPa).

F.M. = Falha na Madeira (%).

Sit = Situação

C. = Cumprido os requisitos.

N.C. = Não Cumprido os requisitos.

TABELA 10 – RESULTADOS DE APROVAÇÃO DOS PAINÉIS TESTADOS NA FASE 2 SEGUINDO CRITÉRIOS DA NORMA EUROPÉIA.

Painel	Água Fria			Ciclo			Fervura 72h		
	fv(MPa)	F.M.(%)	Sit.	fv(MPa)	F.M.(%)	Sit.	fv(MPa)	F.M.(%)	Sit.
1	0,97	66,0	C	0,75	68,5	NC	0,81	68,0	C
2	0,79	22,5	NC	0,83	50,0	NC	0,73	80,0	NC
3	0,85	26,5	NC	0,93	56,0	NC	0,94	57,0	C
4	0,93	40,0	NC	0,76	39,5	NC	0,82	21,5	NC
5	0,97	62,0	NC	0,79	60,5	NC	1,08	84,0	C
6	1,12	74,0	C	0,91	32,0	C	0,76	69,0	C
7	0,94	80,0	C	1,15	67,0	C	0,83	60,0	C
8	1,18	54,0	C	0,84	69,0	C	0,91	51,5	C
9	1,23	73,0	C	0,90	85,0	C	0,99	83,0	C
10	0,82	84,0	C	0,64	98,0	C	0,74	72,5	C
11	1,34	90,0	C	0,93	69,0	C	0,78	85,0	C
12	1,29	56,0	C	0,82	86,0	C	0,84	86,0	C
	REPROVADO*			REPROVADO*			REPROVADO*		

* = Quando os painéis se encontram nesta situação são realizados retestes até se cumprir os requisitos.

fv = Resistência ao cisalhamento (MPa).

F.M. = Falha na Madeira (%).

Sit = Situação

C. = Cumprido os requisitos.

N.C. = Não Cumprido os requisitos.

Como pode ser notado nas Tabelas 09 e 10, a colagem dos painéis não cumpriram com os requisitos tanto na Fase 1 quanto na Fase 2. Este problema pode ter ocorrido devido ao tempo de condicionamento das lâminas após a secagem. A lâmina quando sai do secador em direção às encoladeiras pode chegar com a umidade muito baixa e a temperatura muito alta, ocorrendo assim uma penetração excessiva da resina, causando a chamada linha de cola faminta.

De acordo com UMAÑA (2004) uma solução seria deixar as lâminas excessivamente secas “condicionar” por aproximadamente 24h. Este tempo de condicionamento das lâminas seria para reabsorver umidade com o ambiente.

SILVA et. al. (1998), realizaram ensaios de cisalhamento de linha de cola com compensados produzidos de *Rauwolfia paraensis* Ducke (cuja massa específica da madeira é em torno de 0,60 a 0,65 g/cm³) com resina de alta reatividade, estabelecendo vários teores de umidade nas lâminas, variando de 10 a 26% de umidade e com três tipos de tratamentos de ensaios (seco, água fria e fervura). Os autores concluíram que só os testes de após imersão em água fria e em água quente diminuíram a resistência a medida que aumentou-se o teor de umidade nas lâminas.

5.2.3 Flexão Estática Estrutural

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados resultados médios de módulo de elasticidade, e módulo de ruptura juntamente com seus valores de desvio padrão, coeficiente de variação e teste de médias, realizado pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

TABELA 11 – VALORES DE MÓDULO DE RUPTURA À FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

Fase	Sentido	Fm(MPa)*	D.P	C.V.(%)	N
1	Paralelo	25,53^A	7,01	27,45	32
	Perpendicular	21,64 ^A	6,94	32,06	32
2	Paralelo	28,38^A	8,35	29,41	32
	Perpendicular	23,19 ^A	6,43	27,71	32

Fm = Módulo de Ruptura (MPa).

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por sentido.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

TABELA 12 – VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

Fase	Sentido	Em*(MPa)	D.P	C.V.(%)	N
1	Paralelo	6270,88^A	1635,69	26,08	32
	Perpendicular	3494,68 ^A	1222,69	34,99	32
2	Paralelo	7678,80^B	2164,05	28,18	32
	Perpendicular	4214,37 ^B	1026,96	24,37	32

Em = Módulo de Elasticidade (MPa)

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por sentido.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Analisando as Tabelas 11 e 12, os valores médios de módulo de ruptura apesar de terem aumentado numericamente em valores médios da Fase1 para a Fase2, não apresentaram diferenças significativas no sentido paralelo e no sentido perpendicular nas duas fases pelo teste de F a 95% de probabilidade conforme as Tabelas 1.22 e 1.23 em anexo. Já os valores médios de módulo de elasticidade apresentaram diferenças significativas entre as fases tanto no sentido paralelo quanto no sentido perpendicular, sendo maior na Fase 2 pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

O fato do módulo de ruptura determinar a resistência da capa das faces ao esforço de flexão, os resultados da figura 22 mostram que provavelmente a estrutura da capa não teve nenhuma alteração entre as fases no que se refere à

qualidade apesar de terem um pequeno incremento na resistência.

A Figura 23 mostra que no módulo de elasticidade houve um acréscimo de resistência tanto nos dois sentidos (paralelo e perpendicular) e isto se deve provavelmente pelo efeito da juntagem de lâminas na composição interna das camadas dos painéis. Este fato pode ser explicado pela maior dimensão do corpo de prova para este ensaio, já que algumas falhas que possam ocorrer no interior do painel teriam menor efeito quanto seria para um corpo de prova de flexão estática não estrutural que tem uma dimensão mais reduzida, ou seja, as falhas de junção de lâminas têm maior influência em corpo de prova menor.

FIGURA 2 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE RUPTURA NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

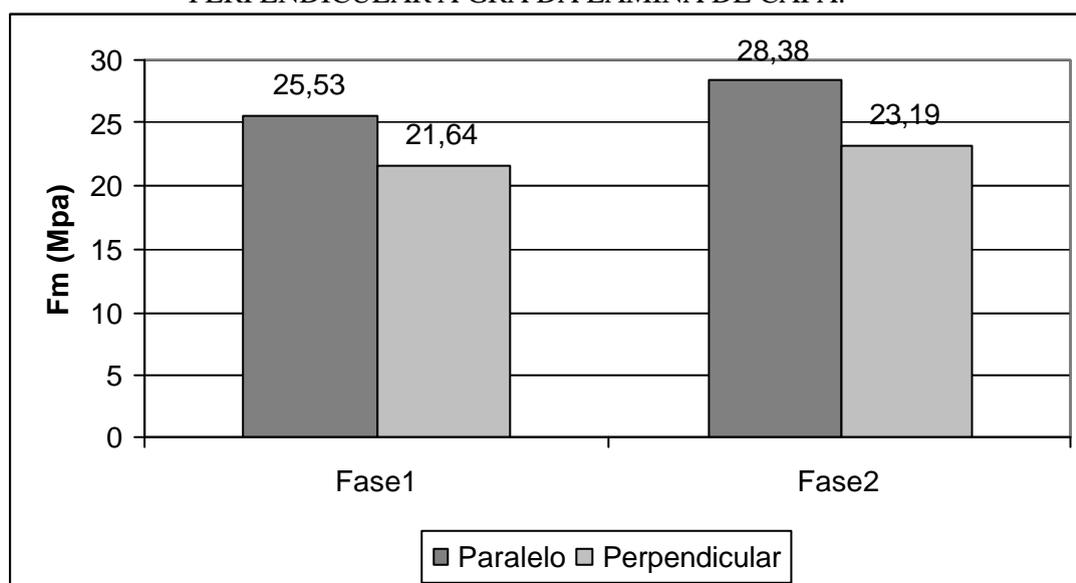
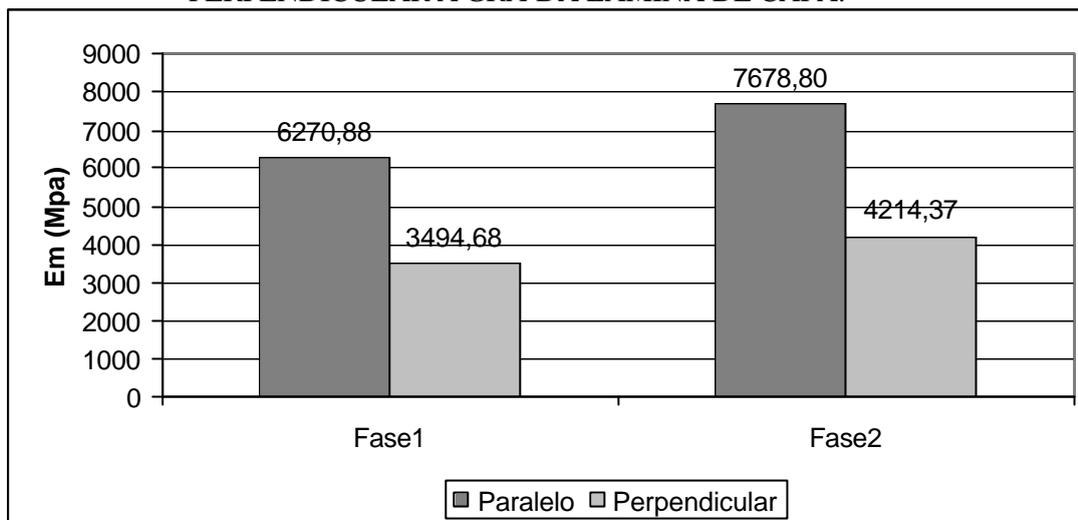


FIGURA 23 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.



5.2.4 Compressão Estrutural

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados resultados médios de módulo de elasticidade, e módulo de ruptura a compressão juntamente com seus valores de desvio padrão, coeficiente de variação e teste de médias, realizado pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

TABELA 13 – VALORES DE MÓDULO DE RUPTURA À COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

Fase	Sentido	Fc*	D.P	C.V.	N
1	Paralelo	18,08^A	3,04	16,82	32
	Perpendicular	19,63 ^A	3,08	15,68	32
2	Paralelo	18,15^A	2,79	15,39	32
	Perpendicular	21,73 ^B	3,72	17,11	32

Fc = Módulo de Ruptura (MPa).

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por sentido.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 13, o valor médio de módulo de ruptura no sentido paralelo não difere estatisticamente pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Os valores médios de módulo de ruptura no sentido perpendicular, módulo de elasticidade no sentido paralelo e perpendicular diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

Segundo a Figura 24, o comportamento do módulo de ruptura no sentido perpendicular houve um pequeno incremento em resistência entre as duas fases, mostrando que é possível que as lâminas de “miolo cola” e as suas camadas paralelas internas influenciaram os resultados como constatado nos ensaios de flexão estática não estrutural.

TABELA 14 – VALORES DE MÓDULO DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

Fase	Sentido	Ec*	D.P	C.V.	N
1	Paralelo	5479,61^A	2445,87	44,64	32
	Perpendicular	4644,13 ^A	1511,26	32,54	32
2	Paralelo	3998,95^B	1254,04	31,36	32
	Perpendicular	5537,42 ^B	1907,97	34,46	32

Ec = Módulo de Elasticidade (MPa)

D.P. = Desvio Padrão.

C.V. = Coeficiente de variação (%).

N = Número de amostras por sentido.

* = Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

A análise de módulo de elasticidade, conforme mostra a Tabela 14, demonstra que quando é solicitada uma carga para o ensaio de compressão a resistência do corpo é influenciada de forma negativa principalmente no sentido paralelo se houver falha nas lâminas juntadas para a camada de “miolo cola”, mostrado na Figura 25. Esta provavelmente seja causa do módulo de elasticidade ser maior no sentido perpendicular do que no sentido paralelo. É provável que esta diferença comprove que houve influência da juntagem de lâminas nas camadas internas do painel compensado.

FIGURA 24 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE RUPTURA NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.

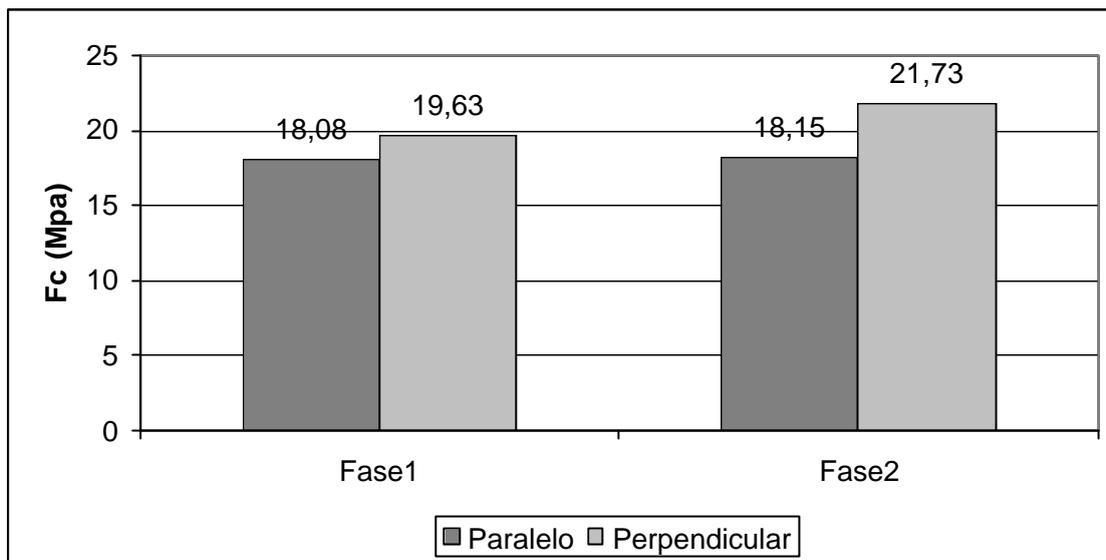
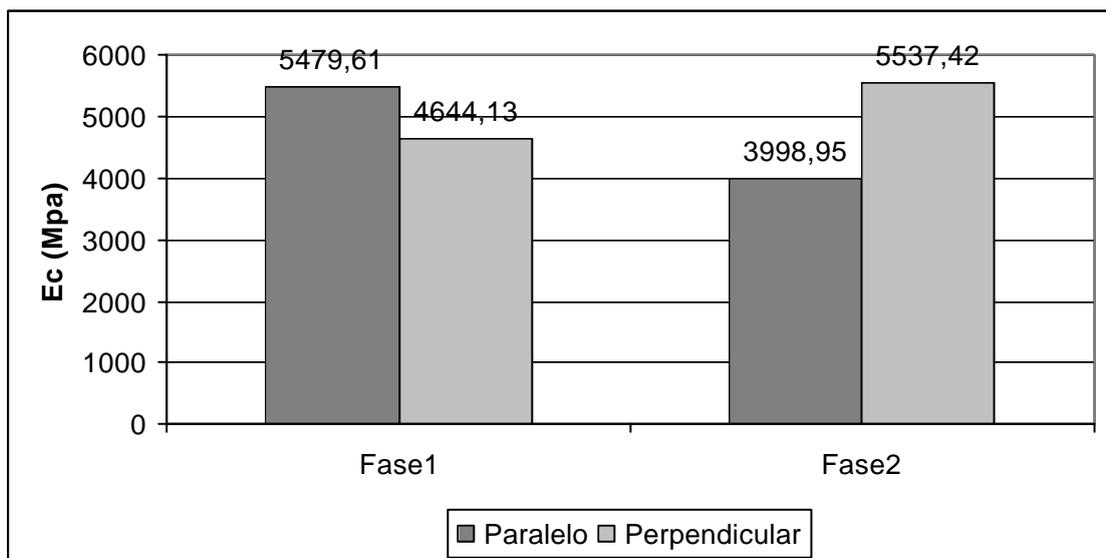


FIGURA 25 – COMPORTAMENTO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NAS DIFERENTES FASES DE AMOSTRAGEM NO SENTIDO PARALELO E PERPENDICULAR À GRÃ DA LÂMINA DE CAPA.



5.2.5 Análise do Sistema de Qualidade

O sistema de qualidade específico para a unidade fabril estudada é definido seguindo os padrões do PNQM como meio de assegurar que os trabalhos desenvolvidos estejam em conformidade com os requisitos especificados.

5.2.5.1 Estrutura e responsabilidade do sistema

A partir do momento do estabelecimento de uma estrutura do sistema na Fase 2, formada pela Diretoria, Gerente da Qualidade, Supervisores da Qualidade e Inspetores da qualidade. Sendo que para cada elemento que forma esta estrutura foram atribuídas responsabilidades, facilitou e organizou a comunicação interpessoal dos componentes da fábrica. Isto foi notado com fatos ocorridos dentro da empresa pela maior facilidade de resolver problemas decorridos durante o processo de fabricação. Este procedimento trouxe um grande ganho para esta empresa, pois a mesma apesar de dispor de pessoas capacitadas para desenvolver certos tipos de tarefas a comunicação entre elas era deficitária na Fase 1.

5.2.5.2 Controle de documentos e dados

De acordo com o funcionamento do sistema de qualidade, conforme descrito no item 3.11, todos os documentos formados pela empresa para o desenvolvimento do sistema são controlados e aprovados pelo gerente da qualidade.

A empresa estudada dispunha de um escritório onde eram armazenados documentos da fábrica juntamente com outros tipos de documentos. De acordo com o manual da qualidade, todos os documentos gerados pelo sistema de

qualidade são armazenados em um escritório específico para o sistema. Esta medida contribuiu com a organização do sistema na fábrica.

5.2.5.3 Aquisição

Os produtos adquiridos pela empresa e que são fundamentais para a produção não passavam por nenhuma especificação de compra na Fase1. Depois de determinados critérios para a compra dos produtos na Fase2, conforme os parâmetros estabelecidos pelo PNQM, os problemas com aquisição de produtos que interferem no processo de fabricação diminuíram. Um exemplo é a granulometria da farinha de trigo utilizada na mistura da cola. A viscosidade e a qualidade da cola que era enviada para as passadeiras eram comprometidas devido à influência da granulometria da farinha, pois estes não apresentavam parâmetros de referência, conforme relatos do inspetor encarregado pela batida de cola.

5.2.5.4 Identificação e rastreabilidade do produto

Conforme os produtos eram fabricados, se por ventura um lote do produto fosse rejeitado, ou seja, impróprio para a comercialização no mercado externo devido a problemas na fabricação, a empresa não dispunha de nenhum sistema de rastreabilidade destes produtos, ficando restrita à informações do pessoal da parte da fabricação.

Na Fase2, com a adoção de fichas (anexos da qualidade) que identificam os produtos fabricados desde a formação dos fardos de lâminas até a formação de um número que é atribuído à embalagem dos painéis, a empresa tem condições de rastrear através deste número, em qual momento da produção que os painéis fabricados apresentaram problemas e porque estes problemas ocorreram.

5.2.5.5 Controle do processo

Como mencionado no item 4.2, ou seja, a inexistência de um sistema de qualidade, a empresa não dispunha de muitos controles de seu processo, ficando restrita apenas a alguns controles de produção para a formação de planilhas de custos.

Após a implementação do sistema, o controle passou a ser realizado através das instruções de trabalho (IT) estabelecidas para cada etapa de fabricação. A seguir, destacam-se as principais etapas com suas instruções de trabalho:

- Recebimento de toras (IT-001)

Fase1: A disposição das toras era desordenada, fazendo com que algumas que chegavam ao pátio fossem laminadas antes de outras mais antigas, o que comprometia a qualidade das mesmas por fungos manchadores. Havia uma desorganização na classificação das toras no pátio por classes de diâmetros, conseqüentemente, toras com diferentes diâmetros eram levadas ao tanque, o que comprometia a qualidade do cozimento, pois o tempo de cozimento é em função dos diâmetros das toras, e toras com diâmetros inferiores à capacidade do torno laminar, incapaz de gerar lâminas, eram levadas ao cozimento nos tanques.

Fase2: Com o estabelecimento de um local apropriado para a disposição e separação das toras por diâmetros, a operação tornou-se mais organizada, facilitando o transporte de toras até o tanque de cozimento pelo operador da máquina.

- Cozimento de toras (IT-002)

Fase1: Não havia controle de tempo e temperatura de cozimento das toras.

O tempo de cozimento dependia da disponibilidade dos tornos laminadores. Este procedimento era tão instável que muitas vezes as toras que eram laminadas não tinham um bom acabamento superficial devido ao tempo insuficiente de permanência nos tanques de cozimento.

Fase2: Foi estabelecida para cozimento da madeira de pinus uma temperatura maior que 60°C e um tempo maior que 10 horas de cozimento. Com estes parâmetros, conforme relatos do gerente da qualidade houve uma melhora significativa na qualidade superficial das lâminas. Este resultado é importante, pois melhora o rendimento na laminação e a resistência mecânica da linha de cola (MEDINA 1996), e conseqüentemente diminuem os gastos com cola (UMAÑA, 2004). Os resultados deste controle são anotados nas fichas de registro e aparentemente a empresa não encontra dificuldade em realizar este controle.

- Laminação (IT-003)

Fase1: O torno de lâminas compridas apresentava defeitos mecânicos, retardando muitas vezes a produção por falta de lâminas devido às quebras constantes. O controle de espessuras de lâminas era feito esporadicamente, muitas vezes influenciando a espessura dos painéis na fase de lixamento.

Fase2: Foi estabelecida uma tolerância de variação de $\pm 7\%$ na espessura nominal da lâmina e de +2,5% a +6,0% no comprimento nominal da lâminas, conforme parâmetros estabelecidos pelo PNQM, evitando assim problemas na dimensão final do painel. O problema ocorrido com o torno foi resolvido fazendo a substituição do mesmo.

- Recebimento de lâminas (IT-022)

Fase1: A empresa adquiria lâminas de terceiros não havendo controle algum de qualidade das lâminas, tais como espessuras, comprimentos e larguras. De acordo com IWAKIRI (2005), sem o controle de espessura, os painéis compensados podem apresentar defeitos de empenamento devido à utilização de lâminas de diferentes espessuras.

Fase2: Há um maior rigor, inclusive sobre os fornecedores de lâminas, com a adoção da instrução de trabalho e registros da qualidade para verificação das dimensões das lâminas adquiridas pela empresa. Nesta etapa não foi observado nenhuma irregularidade e aparentemente a empresa se adaptou bem com os controles.

- Secagem das lâminas (IT-005)

Fase1: Os funcionários alimentavam o secador com lâminas de várias espessuras, causando uma secagem irregular. As lâminas saíam do secador com umidades distintas (lâminas muito secas e lâminas com umidade acima do ideal para colagem). Este procedimento era praticado comumente, pois o secador não atende a demanda da produção.

Fase2: Foi adotada medida de controle de umidade das lâminas que saem do secador. A umidade para lâminas de miolo deve se encontrar em torno de 8% e para umidade de lâminas de capa e contracapa em torno de 12%, segundo requisitos estabelecidos pelo PNQM para colagem fenólica.

Um grande problema que ainda persiste na empresa é o controle de umidade das lâminas na saída do secador. Foi constatado que as umidades das lâminas ainda estão irregulares, comprometendo assim a qualidade da colagem. Esta teoria pode ser confirmada conforme discussão no item 5.2.2, onde os painéis estudados não atingiram os requisitos mínimos de colagem estabelecidos

pela norma. A partir deste fato, foi recomendada a aquisição de mais um secador de lâminas para atender a demanda da fábrica.

- Juntagem de lâminas (IT-007)

Fase1: Para as lâminas curtas destinadas ao miolo não se realizava a operação de juntagem de lâminas devido ao baixo rendimento da máquina em relação à demanda por lâminas na montagem. A juntagem de lâminas compridas se realizava normalmente.

Fase2: Para a juntadeira foi estipulado limite de tolerância de abertura de junção entre as lâminas de no máximo 1 mm, conforme parâmetros estabelecidos pelo PNQM. Foram observados durante os ensaios físicos-mecânicos neste estudo a presença acentuada de “janelas” nos painéis produzidos depois da implementação do sistema de qualidade, podendo-se dizer que ainda há falhas no controle da qualidade da juntagem de lâminas.

- Preparação da cola (IT-010)

Fase1: A formulação padrão que a empresa utilizava na preparação da cola era na proporção de 100:20:20 (partes/peso) para a mistura de resina, água e farinha respectivamente, não havia qualquer outro tipo de controle nesta etapa.

Fase2: Foram adotados parâmetros a serem seguidos para a preparação da cola. Para o teor de sólidos da batida de 35% de sólidos ou mais, para a viscosidade entre 40 e 60 segundos e o tempo de batida não inferior que 4 minutos, conforma parâmetros estabelecidos pelo PNQM. Para a proporção de mistura dos componentes estabeleceu-se o mesmo que na fase1. Um problema detectado nesta etapa foi a não emissão do certificado de qualidade pelo fabricante de resina. Este fato pode estar influenciando negativamente nos resultados dos ensaios realizados neste estudo pela empresa desconhecer as propriedades desta resina.

- Aplicação da cola (IT-011)

Fase1: Nesta fase a empresa se restringia ao controle de gramatura. As lâminas que saiam do secador eram enviadas diretamente para a colagem. Com isso, muitas vezes as lâminas eram coladas quentes e com a umidade indeterminada, podendo ocorrer muitas vezes o descolamento durante a prensagem.

Fase2: Foram estabelecidos controles de acordo com parâmetros estabelecidos pelo PNQM. Se a umidade das lâminas apresenta-se fora dos padrões estabelecidos (para capa e contracapa em torno de 12% e para miolo em torno de 8%), as lâminas ou voltariam para o secador ficavam de “descanso” para readquirir umidade. Também foi instruído para que as lâminas não saíssem do secador direto para as encoladeiras, a fim de se evitar a temperatura muito alta das lâminas (maior que 40°C). Para a gramatura, dependendo da espessura das lâminas, a variação é de 280 a 370 g/m². Pode-se constatar que apesar de as instruções de trabalho orientarem os procedimentos corretos, a empresa ainda apresenta falhas nesta fase, em razão da capacidade de colagem ser maior que a capacidade de secagem de lâminas, conseqüentemente, os problemas na colagem ainda podem persistir. Para compensar esta falha na umidade das lâminas, a empresa utiliza uma gramatura de cola em torno de 460 a 500g/m².

- Montagem (IT-012)

Fase1: Os funcionários que realizavam esta etapa apresentavam um baixo nível de treinamento, refletindo assim uma montagem deficiente dos painéis. As lâminas que formavam o miolo curto não eram emendadas e haviam muitos retalhos de lâminas usadas para a formação das camadas internas dos painéis.

Fase2: Além dos controles de umidade e temperatura empregados como na IT-011, os inspetores da qualidade passaram a verificar os componentes de montagem e a composição dos painéis. Foi observada nesta etapa uma melhora muito grande na qualidade da montagem, facilitando o trabalho dos inspetores da qualidade na montagem dos painéis por influência das lâminas de miolo curto vir emendadas, como relatou um dos inspetores.

- Pré-Prensagem (IT-013)

Fase1: A empresa utiliza uma pressão manométrica de $150\text{Kg}/\text{cm}^2$, o tempo de pré-prensagem está em torno de 5 minutos.

Fase2: De acordo com o PNQM, a pressão específica para esta etapa está entre de 4 a $9\text{Kg}/\text{cm}^2$ e o tempo de permanência é de 4 a 12 minutos. Segundo os cálculos feitos para várias dimensões dos painéis, a pressão manométrica que a empresa utiliza se enquadra na faixa de variação das pressões específicas conforme requisitos estabelecidos pelo PNQM, como mostra a Tabela 15.

TABELA 15 – VALORES DE PRESSÃO ESPECÍFICA EM RELAÇÃO A PRESSÃO MANOMÉTRICA PARA A ETAPA DE PRÉ-PRENSAGEM DOS PAINÉIS.

PRESSÃO (Kgf/cm ²)					
ESPECÍFICA	MANOM.	MANOM.	MANOM.	MANOM.	MANOM.
	2,58X1,60	2,54X1,60	2,58X1,32	2,54X1,30	2,54X1,00
4	149,69	147,37	123,49	119,74	92,11
5	187,11	184,21	154,37	149,67	115,13
6	224,53	221,05	185,24	179,61	138,16
7	261,96	257,90	216,11	209,54	161,19
8	299,38	294,74	246,99	239,47	184,21
9	336,80	331,58	277,86	269,41	207,24

Obs. Exemplo para pressão manométrica de 150Kgf/cm² nas células hachuradas .

Fonte: MANUAL DA QUALIDADE DA EMPRESA ESTUDADA

- Assemblagem (IT-014)

Fase1: O tempo que se conta desde a montagem até a prensagem dos painéis é um tempo relativamente pequeno, pois todos os painéis que eram montados eram logo prensados.

Fase2: Foi estabelecido um tempo máximo de 12 horas. A empresa não apresentou dificuldades em cumprir este requisito.

- Prensagem (IT-015)

Fase1: As prensas que a empresa dispõe apresentam vários problemas devido aos desgastes sofridos com o passar dos anos e não possui sistema de descarregamento, sendo os painéis jogados no chão após a prensagem. A pressão manométrica utilizada é de 150Kgf/cm² e o tempo de permanência é de 1,0 min/mm com a temperatura entorno de 140°C.

Fase2: Os controles de pressão estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo PNQM conforme a Tabela 16. O número de operadores disponível para o manuseio das prensas é insuficiente, apresentando dificuldades em cumprir os parâmetros de tempo de permanência e tempo de carregamento das prensas. O problema da prensa não dispor de um sistema de descarregamento ainda permanece, ocorrendo muitas vezes danos nos painéis em função do

impacto no chão.

TABELA 16 – VALORES DE PRESSÃO ESPECÍFICA EM RELAÇÃO A PRESSÃO MANOMÉTRICA PARA A ETAPA DE Prensagem DOS PAINÉIS.

PRESSÃO (Kgf/cm²)					
ESPECÍFICA	MANOM.	MANOM.	MANOM.	MANOM.	MANOM.
	2,58X1,60	2,54X1,60	2,58X1,32	2,54X1,30	2,54X1,00
8	149,69	147,37	123,49	119,74	92,11
9	168,40	165,79	138,93	134,70	103,62
10	187,11	184,21	154,37	149,67	115,13
11	205,82	202,63	169,80	164,64	126,65
12	224,53	221,05	185,24	179,61	138,16
13	243,25	239,47	200,68	194,57	149,67
14	261,96	257,90	216,11	209,54	161,19

Obs. Exemplo para pressão manométrica de 150Kgf/cm² nas células hachuradas .

Fonte: MANUAL DA QUALIDADE DA EMPRESA ESTUDADA

- Esquadreamento (IT-016)

Fase1: Na etapa de esquadreamento eram realizados os descartes dos painéis que apresentavam problemas. Nesta operação não foi constatado nenhuma irregularidade.

Fase2: Foram estabelecidas medições de esquadros após o ajuste do equipamento, sendo que esta operação é realizada a cada uma hora. Para o comprimento e largura dos painéis é estabelecido não mais que 1mm e não menos que 2mm de variação. Com os painéis amostrados neste estudo, foram realizadas medições e os mesmos se encontraram dentro dos limites estipulados pelo PNQM conforme mostra a Tabela 17.

TABELA 17 – VALORES MÉDIOS DAS DIMENSÕES DOS PAINÉIS AMOSTRADOS.

Comprimento (mm)	Largura (mm)	N
2441	1200	44

N: quantidade de painéis amostrados.

- Lixamento (IT-018)

Fase1: O problema apresentado nesta etapa era o desgaste das lâminas de capa devido a desuniformidade das espessuras do painel, influenciado pela grande variação de espessuras das lâminas que compõe as camadas do painel.

Fase2: Com a aplicação de controle de espessuras de lâminas este problema aparentemente foi sanado. Foram estabelecidas de acordo com o PNQM várias tolerâncias de acordo com as espessuras nominais dos painéis. Para o painel com a espessura estudada, a tolerância estabelecida é de $\pm 0,8\text{mm}$. Os resultados médios de acordo com a Tabela 18 mostram que apesar de estarem sendo aplicados os controles de espessura na lixadeira, a espessura média dos painéis amostrados está acima do permitido.

TABELA 18 – VALORES MÉDIOS DAS ESPESSURAS DOS PAINÉIS DE 12MM AMOSTRADOS.

Espessura média (mm)*	N
13,01	44

N: Quantidade de painéis amostrados.

*: Espessura média entre seis pontos de medição por painel.

- Embalagem e expedição (IT-021)

Fase1: A embalagem era formada de acordo com o pedido do cliente.

Fase2: De acordo com as fichas de rastreabilidade as embalagens foram identificadas com números de lote e tornando-se padrão a inserção do nome do fabricante, o nome do cliente, o porto de destino, a qualidade dos painéis, as dimensões e a quantidade de painéis. O teor de umidade dos painéis nas embalagens tem que se encontrar abaixo de 18%. De acordo com a Tabela 03 do item 5.1.1, os painéis amostrados apresentam um teor de umidade em torno de 11%, satisfazendo assim os parâmetros estabelecidos pelo sistema.

5.2.5.6 Inspeções e ensaios

Não havia uma rotina de inspeções durante o processo de produção. Caso algum problema ocorresse, o responsável por aquele turno relatava aos superiores e assim tomariam medidas necessárias para resolver o problema. Com a implementação das fichas de registros de qualidade, toda irregularidade que é constatada é repassada imediatamente para o gerente da qualidade, ficando os problemas e as decisões anotadas para análise do desempenho do sistema.

5.2.5.7 Controle de equipamentos de inspeção, medição e ensaios.

Sem o controle de equipamentos de inspeção, medição e ensaios, não é possível ter uma confiabilidade na qualidade dos produtos que estão sendo fabricados. Todos os equipamentos de medição são identificados e calibrados frequentemente para não perder a precisão no processo de produção. Infelizmente, esta operação é considerada cara, porém essencial para o funcionamento do sistema. Durante o processo de implementação do sistema foram feitas aquisições de instrumentos e com isto facilitou os controles nas etapas.

5.2.5.8 Situação de inspeções e ensaios

Os produtos fabricados pela empresa que não atingiam uma qualidade mínima exigida pelo cliente são comercializados no mercado interno com preço inferior. Os produtos em várias etapas de fabricação dependendo da situação de inspeção podem ser aprovados ou reprovados. Quando o produto é reprovado, ou ele retorna para outra etapa para ser classificado ou ele é considerado rejeitado.

Pode-se notar que a quantidade de descartes produzidos pela empresa diminuiu após a implementação do sistema de qualidade, mas ainda há grande quantidade de produtos rejeitados devido à demora na adaptação ao sistema de

qualidade.

5.2.5.9 Auditorias internas de qualidade

Com a finalidade de melhorar o sistema da qualidade, detectando falhas e dificuldades para execução das tarefas, a empresa seguiu com o programa estabelecido pelo manual da qualidade, realizando auditorias e fazendo alterações para adaptações do manual da qualidade à realidade da empresa.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As principais conclusões sobre o sistema de qualidade são:

1. Apesar desta empresa ainda enfrentar dificuldades para o estabelecimento completo do sistema, a introdução do sistema de qualidade trouxe ganhos, pois para este produto estudado (12mm), a empresa obteve a certificação, recebendo o selo “CE MARKING” por um órgão sueco de certificação;
2. Evidenciou-se a importância do PNQM, instituído pela ABIMCI, como ferramenta para melhorar a qualidade do compensado brasileiro, atendendo tanto às exigências do mercado interno e externo;
3. A metodologia empregada possibilitou a empresa organizar seu processo de produção e melhorar as condições de solucionar problemas ocorridos durante o processo de fabricação;
4. Em geral, os resultados deste estudo mostraram que apesar dos problemas ainda enfrentados pela empresa, o sistema de qualidade se mostrou uma ferramenta eficiente e indispensável para a melhoria da qualidade de fabricação dos produtos;
5. Para o estabelecimento completo de um sistema de qualidade em fábrica, este estudo mostrou que é indispensável cumprir plenamente as determinações contidas no manual da qualidade.

Com a introdução do sistema de qualidade avaliada através da análise da qualidade dos produtos produzidos (compensados de 12mm) em valores de propriedades físicas e mecânicas, conclui-se que:

1. Apesar dos valores de flexão estática não estrutural apresentarem-se equiparados com valores de outra empresa certificada, a colagem dos painéis se mostrou deficiente, sendo reprovado tanto na Fase 1 quanto na Fase 2;
2. Os valores de flexão estática não estrutural e compressão estrutural no sentido paralelo foram fortemente influenciados pelas falhas ou "janelas" presentes nos painéis;
3. O teor de umidade dos painéis tanto na Fase 1 quanto na Fase 2 se encontraram dentro dos parâmetros estabelecidos pelo PNQM;
4. A massa específica aparente, apesar de ter aumentado na Fase 2 em relação à Fase 1, não teve influência aparentemente nas avaliações de resistência mecânica.

Com base nas conclusões apresentadas, recomenda-se:

- a) Realizar novos ensaios de cisalhamento de linha de cola em lâminas "descansadas" para comprovar o problema que vêm ocorrendo com a colagem de lâminas;
- b) Ajustar o processo de juntagem de lâminas para minimizar o efeito negativo das "janelas" nos painéis;
- c) Exigir do fornecedor de resina a emissão do certificado de qualidade;
- d) Intensificar o treinamento dos inspetores da qualidade com relação ao cumprimento das instruções de trabalho e aos registros de qualidade o que significa qualificar melhor os funcionários.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT projeto 31:000.05-001/1:2004, **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT projeto 31:000.05-001/2:2001, **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial**. Curitiba. ABIMCI, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. Compensado de Pinus. **Catálogo Técnico** – nº1. Curitiba. ABIMCI, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial**. Curitiba. ABIMCI, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial**. Curitiba. ABIMCI, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Certificação "CE"** Site: http://www.abimci.com.br/port/02Proj/0203CE/0203Frame_CE.html. Acessado em dezembro/2005.

BALDWIN, R. F. **Plywood manufacturing practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1995. 388 p.

BRAND, M A; KLOCK U; MUÑIZ G I B DE; SILVA D A da - Avaliação do processo produtivo de uma indústria de manufatura de painéis por meio do balanço de material e do rendimento da matéria-prima **Revista Árvore** vol.28 – nº4. Viçosa Julho/Agosto/2004.

BRASIL ADVENTURE INTERNATIONAL. **Mapa Político do Brasil**. Site: http://www.brazadv.com/mapas/mapa_politico_brasil.asp acessado em Março/2006.

CE MARKING. **What is CE Marking?**. Site: <http://www.ce-marking.org/what-is-ce-marking.html> acessado em Dezembro/2005.

EN 310:1993 Painéis derivados de Madeira – Determinação do módulo de elasticidade **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 1993

EN 314-1:1996 Colagem do Compensado de Madeira – Qualidade – Parte1: Método de Teste. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 1996.

EN 314-2:1996 Colagem do Compensado de Madeira – Qualidade – Parte 2: Exigências de Teste. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 1996.

EN 322:2000 Painéis derivados de Madeira – Determinação do teor de umidade. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 2000.

EN 323:2000 Painéis derivados de Madeira – Determinação da massa específica. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 2000.

EN 325:2000 – Painéis derivados de Madeira – Determinação das dimensões dos corpos de prova. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 2000.

EN 326-1:1994 – Amostragem em painéis derivados de madeira, corte e inspeção. Parte 1 Amostragem e corte para corpos de prova e expressão dos resultados. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 1994.

EN 326-2:2001 – Amostragem em painéis derivados de madeira, corte e inspeção. Parte 2 Controle de qualidade em fábrica. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 2001.

EN 789:1995 Estruturas de Madeira – Métodos de teste – Determinação das propriedades mecânicas de painéis derivados de madeira. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 1995.

EN 1058:2002 Painéis derivados de Madeira – Determinação dos valores característicos das propriedades mecânicas e massa específica. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 2002.

EN 13986:2002 – Painéis derivados de madeira para uso em construções. Validação das características de conformidade. **European Standard** (versão portuguesa), Bruxelas 2002.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1999. WOOD HANDBOOK—Wood as an engineering material. Wood-based Composites and Panel, Products chapter 10, Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, **Forest Products Laboratory**. 463 p.

INTERAMNENSE, M. T. **Utilização das madeiras de Eucalyptus cloeziana (F. Muell), Eucalyptus maculata (Hook) e Eucalyptus punctata DC var. punctata para produção de painéis compensados**. Curitiba. 1998 81p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

IWAKIRI, S., SALDANHA, L. K. **Painéis** nº68 – ano12 – dezembro 2002. Site: <http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=68&id=268> Acessado em Dezembro/2005.

IWAKIRI, S. SILVA, J C, SILVA, J R M DA, ALVES, C R E PUEHRINGER, C A - Produção de compensados de pinus taeda L. e pinus oocarpa Schiede com diferentes formulações de adesivo uréia formaldeído. **Revista Árvore** vol.26 – nº3. Viçosa Maio/Junho/2002.

JANKOWSKY I P., Variação da resistência à flexão estática do compensado de pinus caribaea var. hondurensis, em função da quantidade de extensor e do tempo de montagem **Circular Técnica** nº 124 IPEF Instituto de pesquisas e estudos florestais. Dezembro/1980

KOLLMANN, F. F. P.; KUENZI, E. W.; STAMM, A. J. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. v. 2. 703 p.

MACEDO A. R. P., ROQUE C. A. L. **Painéis de madeira** Setorial nº 6 BNDES setembro 1997 <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/painel.pdf> acessado em 19/12/2005

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

MEDINA, J. C. **Efeito da temperatura de aquecimento na obtenção de lâminas por desenrolamento e sobre a qualidade de colagem de compensados fenólicos de *Pinus elliottii* Engelm.** Curitiba. 1986 113p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

MENDES, L. M. ***Pinus spp.* na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. Curitiba. 2001 156p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná.

NB – 9004/ISO 9004. Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes. Rio de Janeiro. 1990 18p. **Associação Brasileira de Normas Técnicas.**

NBR ISO 9000. Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro. 2000 26p. **Associação Brasileira de Normas Técnicas.**

NBR ISO 9001. Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro. 2000 26p. **Associação Brasileira de Normas Técnicas.**

OLIVEIRA, M. A. de, **ISO 9001-2000: Um modelo para gestão do negócio**, fascículo nº0. SGQ Consultoria e Treinamento S/C Ltda. Site: <http://iso9000.com.br/publica0.htm> acessado em 19/12/2005.

PALMA, H. A. L., **Determinação de parâmetros elásticos e de resistência e a influência da madeira nas propriedades de compensados de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.**, Curitiba. 1994 Tese (doutorado). Universidade Federal do Paraná.

PIO, N. da S, **Produção de painéis estruturais de lâminas paralelas (PLP) de *Eucalyptus grandis* HILL ex-Maiden.** Curitiba. 2002 168p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná.

RIBEIRO, I. S. A. **Análise do mercado internacional de compensado.** Lavras. 2003 177p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras.

SILVA D. A. da, TOMASELLI I., IWAKIRI S., Influência da umidade na resistência da linha de cola e estabilidade dimensional do compensado utilizando resina de alta reatividade, **Scientia Forestalis** nº54 p.69-80, dezembro de 1998 IPEF – ESALQ – Universidade de São Paulo.

SILVA J. C. G. L da, **Análise da eficiência econômica a indústria de compensados do Estado do Paraná.** Curitiba. 1987 148p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

SILVA, J. R. M. DA, MATOSKI S. L. S. , LEONHADT G., CARON J. Produção de chapas com diferentes espécies de pinus. **Revista da Madeira** nº 84 - ano 14 - Outubro de 2004

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood:** structure, properties, utilization. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494 p.

UMAÑA, C. L. A, BRITO, E. O, Cozimento da madeira altera a qualidade das lâminas, **Revista da Madeira**, nº78 – ano13 – Fevereiro/2004.

ANEXO 1

ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE DE TUKEY
DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS
DOS PAINÉIS COMPENSADOS MULTILAMINADOS

TABELA 1.1 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DOS PAINÉIS.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	14507,7	14507,7	14,41*	0,0003
Erro (a)	86	86599,3	1006,97		
Total	87	101107,0			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.2 – TESTE DE MÉDIAS DE MASSA ESPECÍFICA APARENTE PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Painéis	Médias (Kg/m ³)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	44	544,912	A	± 13,4493
Fase 2	44	570,591	B	

TABELA 1.3 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA TEOR DE UMIDADE DOS PAINÉIS ESTUDADOS.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	5,47004	5,47004	2,95 ^{ns}	0,0895
Erro (a)	86	159,464	1,85423		
Total	87	164,934			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.4 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE RUPTURA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	3156,01	3156,01	18,17*	0,0000
Erro (a)	142	24663,7	173,688		
Total	143	27819,7			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.5 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE RUPTURA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	46,1600	A	± 4,3421
Fase 2	72	36,7969	B	

TABELA 1.6 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE RUPTURA DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	36,7337	36,7337	0,30 ^{ns}	0,5875
Erro (a)	142	17644,6	124,258		
Total	143	17681,4			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade
 ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.7 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	1,5667x10 ⁷	1,56675x10 ⁷	9,20*	0,0029
Erro (a)	142	2,41776x10 ⁸	1,70265x10 ⁶		
Total	143	2,57443x10 ⁸			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade
 ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.8 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	5074,69	A	± 429,91
Fase 2	72	4414,99	B	

TABELA 1.9 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	$4,00343 \times 10^6$	$4,00343 \times 10^6$	6,28*	0,0133
Erro (a)	142	$9,04919 \times 10^7$	637267,0		
Total	143	$9,44953 \times 10^7$			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.10 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA NÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	2687,7	A	± 263,012
Fase 2	72	3021,18	B	

TABELA 1.11 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE ELASTICIDADE DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	$1,27675 \times 10^7$	$1,27675 \times 10^7$	4,31*	0,0420
Erro (a)	62	$1,83652 \times 10^8$	$2,96213 \times 10^6$		
Total	63	$1,9642 \times 10^8$			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.12 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	4644,13	A	± 860,102
Fase 2	72	5537,42	B	

TABELA 1.13 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE ELASTICIDADE DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	3,50774x10 ⁷	3,50774x10 ⁷	9,29*	0,0034
Erro (a)	62	2,34202x10 ⁸	3,77746x10 ⁶		
Total	63	2,6928x10 ⁸			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.14 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	5479,61	A	± 971,286
Fase 2	72	3998,95	B	

TABELA 1.15 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE RUPTURA DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	0,0780504	0,0780504	0,01 ^{ns}	0,9241
Erro (a)	62	528,762	8,52841		
Total	63	528,84			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.16 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE RUPTURA DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	70,6293	70,6293	6,07*	0,0166
Erro (a)	62	721,976	11,6448		
Total	63	792,606			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.17 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE RUPTURA DE COMPRESSÃO ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	19,6277	A	± 1,70535
Fase 2	72	21,7287	B	

TABELA 1.18 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	3,17158x10 ⁷	3,17158x10 ⁷	8,62*	0,0047
Erro (a)	62	2,28117x10 ⁸	3,67931x10 ⁶		
Total	63	2,59833x10 ⁸			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.19 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	6270,88	A	± 958,585
Fase 2	72	7678,80	B	

TABELA 1.20 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	8,28714x10 ⁶	8,28714x10 ⁶	6,50*	0,0133
Erro (a)	62	7,9038x10 ⁷	1,27481x10 ⁶		
Total	63	8,73251x10 ⁷			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.21 – TESTE DE MÉDIAS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR PELO TESTE DE TUKEY A 95% DE PROBABILIDADE.

Tratamento	Nº Amostras	Médias (MPa)	Grupos Homogêneos	Limites
Fase 1	72	3494,68	A	± 564,247
Fase 2	72	4214,37	B	

TABELA 1.22 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE RUPTURA DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PARALELO.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	129,735	129,735	2,18 ^{ns}	0,1444
Erro (a)	62	3681,55	59,3799		
Total	63	3811,29			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

TABELA 1.23 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MÓDULO DE RUPTURA DE FLEXÃO ESTÁTICA ESTRUTURAL NO SENTIDO PERPENDICULAR.

Fonte de variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	38,4059	38,4059	0,86 ^{ns}	0,3576
Erro (a)	62	2772,36	44,7154		
Total	63	2810,76			

* - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ns - Não significativo ao nível de 95 % de probabilidade

ANEXO 2

PARÂMETROS PARA AS ESTAPAS DE FABRICAÇÃO
DE COMPENSADOS ESTABELECIDOS PELO
PROGRAMA NACIONAL DE QUALIDADE DA MADEIRA

**PROGRAMA NACIONAL DA QUALIDADE DA MADEIRA
COMPENSADOS DE MADEIRA TROPICAL E PINUS
PNQM-CT E PNQM-CP
PARÂMETROS REV. 4 (24/09/2004)**

1 – CLASSIFICAÇÃO DAS TORAS

Classe 1: Densidade = 500 kg/m³;

Classe 2: Densidade 500 - 700 kg/m³;

Classe 3: Densidade > 700 kg/m³.

2 – COZIMENTO DAS TORAS

Classe 1: Não obrigatório;

Classe 2: Densidade entre 500 e 600 kg/m³: Não obrigatório

Densidade entre 600 e 700 kg/m³: Temperatura >70°C; Tempo > 24 horas;

Classe 3: Temperatura >70°C; Tempo > 24 horas.

3 – LAMINAÇÃO - TOLERÂNCIAS PARA DIMENSÕES DA LÂMINA

Espessura: ± 7%

Comprimento: A critério do Fabricante (Não obrigatório);

Largura: A critério do Fabricante (Não obrigatório);

Esquadro: A critério do Fabricante (Não obrigatório).

4 – SECAGEM – TEOR DE UMIDADE

TABELA 2.1 – PARÂMETROS PARA O TEOR DE UMIDADE DE LÂMINAS NA SECAGEM.

LÂMINA	COLAGEM	
	FENÓLICA	URÉICA
CAPA	<12%	<14%
MIOLO SECO	<08%	<12%
MIOLO COLA	<08%	<08%
CONTRACAPA	<12%	<14%

5 – CLASSIFICAÇÃO DAS LÂMINAS

De acordo com Norma ABNT.

NOTA EXPLICATIVA:

1. O texto base da norma ABNT encontra-se em fase de discussão.

Atualmente deve ser utilizada a ultima versão do texto, o qual encontra-se disponibilizado no “site” www.abimci.com.br.

2. Caso o fabricante utilize uma nomenclatura diferente da ABNT, deverá adequá-la aos requisitos da norma. As duas nomenclaturas (da ABNT e do fabricante) deverão co-existir desde que sejam equivalentes.

6 – RECEBIMENTO DA RESINA

O recebimento da resina será feito contra a apresentação, por parte do fornecedor do respectivo Certificado de Qualidade, desde que o fornecedor esteja certificado pelo PNQM ou, caso contrário, através de contra-teste a ser realizado em laboratório independente.

Os Fornecedores de resina deverão enviar, para cada carregamento, amostra lacrada do lote fornecido.

TABELA 2.2 – PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA RESINA FENÓLICA E RESINA URÉICA.

PARÂMETROS	RESINAS FENÓLICAS	RESINAS URÉICAS
Teor de Sólido	48-51%	64-66%
Viscosidade Brookf (25°C)	400-800 cP	300-1000cP
pH (25°C)	11,5-13,0	7,4-9,0
Gel Time	6-11 minutos	-
Densidade (25°C)	1,19-1,25 g/cm ³	1,25-1,30 g/cm ³
Formol Livre	-	Baixa emissão: máx 0,5% Alta emissão: >0,5%

7 – RECEBIMENTO DO EXTENSOR

Misturar 50 gramas de extensor (trigo) com 100 ml de água (relação 2:1), quando da chegada do insumo.

Tempo de escoamento na mistura (água + trigo) em Copo Ford n° 8 deverá ser inferior a 30 segundos.

Os produtores deverão continuar a realizar os ensaios, mesmo que os valores sejam superiores a 30 segundos (neste caso o fato deverá ser anotado como uma Não Conformidade).

Obs.: O valor definitivo do parâmetro deverá ser estabelecido pelo PNQM quando de reunião com os fornecedores de extensor que será agendada oportunamente.

8 – RECEBIMENTO DO CATALISADOR

Deve ser utilizado catalisador indicado pelo Fornecedor da resina dentro das características especificadas por este. O recebimento do catalisador será feito contra a apresentação, por parte do Fornecedor do respectivo Certificado de Qualidade, desde que o Fornecedor esteja certificado pelo PNQM, caso contrário, através de contra-teste a ser realizado em laboratório independente.

9 – FORMULAÇÃO DO CATALISADOR

Para os seguintes casos:

Utilização de catalisador de fabricação própria:

Utilização de catalisador de fornecedor diferente do da resina:

Deverão ser executados ensaios de resistência da linha de cola de acordo com os procedimentos e metodologia constantes nas normas ABNT (ver nota explicativa 1 e 2).

10 – RECEBIMENTO DO IMUNIZANTE

O recebimento do imunizante será feito contra a apresentação, por parte do Fornecedor dos seguintes documentos:

- Certificado do Registro do preservativo no IBAMA;
- Certificado do Registro do fabricante no IBAMA;
- Relatório de ensaios comprovando a eficiência do preservativo contra insetos xilófagos, emitido por um laboratório credenciado;
- FISP – Ficha de Informação de Segurança do Produto;
- Relatório de análise confirmando a composição do preservativo informada no rótulo e no registro do IBAMA;
- Boletim técnico confirmando a concentração de uso recomendada em litros por m³, para atender as retenções mínimas de ingrediente ativo.

11 – RECEBIMENTO DOS ADESIVOS

FITA GOMADA PERFURADA

Largura: 20 mm

Gramatura: 40 g/m²

Papel: KRAFT

Diâmetro dos Furos: > 4 mm

FITA GOMADA LISA

Largura: 20 mm

Gramatura: 40 g/m²

Papel: KRAFT

FIO RESINADO

Temperatura de Aplicação: 140 a 160 °C

12 – PREPARAÇÃO DA COLA

COLA FENÓLICA

BATIDA = Resina + Extensor + Água + Outros

Tempo de batida: > 4 minutos

Teor de Sólidos: > 35 %

Viscosidade (Copo Ford nº 8):

Classe 1: 40 – 60 segundos

Classe 2: 40 – 60 segundos

Classe 3: 30 – 40 segundos

COLA URÉICA

BATIDA = Resina + Catalisador + Extensor + Imunizante + Água + Outros

Tempo de batida: > 4 minutos

Teor de Sólidos: > 25 % *

Viscosidade (Copo Ford nº 8):

Classe 1: 40 – 60 segundos

Classe 2: 40 – 60 segundos

Classe 3: 30 – 40 segundos

Imunizante:

Lindane: 200 gramas de i.a./m³

Cipermetrina: 100 gramas de i.a./m³

Deltametrina: 20 gramas de i.a./m³

* Este parâmetro será deverá ser revisado oportunamente. Ficou acordado que a ABIMCI, em conjunto com os fabricantes de resina, irá realizar testes para a validação desse parâmetro. Posteriormente deverá ser preparada metodologia para execução dos referidos testes.

13 – APLICAÇÃO DA COLA

COLAGEM FENÓLICA E URÉICA

Temperatura da Lâmina: < 40°C

Distribuição: Uniforme

Gramatura – Linha Dupla - (g/m²):

TABELA 2.3 – PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA GRAMATURA EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE DENSIDADE.

ESPESSURA DA LÂMINA (mm)	ESPÉCIE DE MADEIRA		
	CLASSE1	CLASSE2	CLASSE3
<2,0	>280	>280	>280
2,0-3,5	>320	>320	>310
>3,5	>370	>370	>360

14 – MONTAGEM

TABELA 2.4 – PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA QUANTIDADE MÍNIMA DE LÂMINAS EM FUNÇÃO DA ESPESSURA DO PAINEL.

ESPESSURA DO PAINEL	QUANTIDADE MÍNIMA DE LÂMINAS
04	03
06	03
09	05
12	05
15	05
18	07
21	09
25	09

COMPOSIÇÃO BALANCEADA

TEMPERATURA DA LÂMINA: < 40 °C

TEOR DE UMIDADE

TABELA 2.5 – PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA O TEOR DE UMIDADE DAS LÂMINAS EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO DAS CAMADAS NO PAINEL.

LÂMINA	COLAGEM	
	FENÓLICA	URÉICA
CAPA	<12%	<14%
MIOLO SECO	<08%	<12%
MIOLO COLA	<08%	<08%
CONTRACAPA	<12%	<14%

15 – PRÉ-PRENSAGEM (NÃO OBRIGATÓRIA)

COLAGEM FENÓLICA E URÉICA

Pressão: 04 – 09 kgf/cm²

Tempo: 04 – 12 minutos

16 – TEMPO DE ASSEMBLAGEM

COLAGEM FENÓLICA

720 minutos

Obs.: Deverão ser repetidos os ensaios para determinação do tempo máximo de assemblagem para a cola fenólica nos produtores de compensados da região Centro-Oeste. Deverá ser preparada metodologia para a execução dos referidos testes.

COLAGEM URÉICA

Resina Uréica com Formol Livre = 0,5% e utilizando somente o sulfato de amônio (sal) ou sulfato + hidróxido de amônio ou catalisador fornecido pelo fabricante de resina: Tempo máximo de assemblagem igual a 40 minutos.

Resina Uréica com Formol Livre > 0,5%: Não utilizar o sulfato de amônio (sal). Utilizando sulfato + hidróxido de amônio ou catalisador fornecido pelo fabricante da resina: Tempo máximo de assemblagem igual a 60 minutos.

17 – PRENSAGEM

COLAGEM FENÓLICA

Tempo de carregamento: < 2,5 minutos

Temperatura: 125 – 150 °C

Tempo de permanência:

Temperatura < 140°C: 01 minuto/mm

Temperatura > 140°C: 0,8 minutos/mm

Pressão: 08 – 14 kgf/cm²

COLAGEM URÉICA

Tempo de carregamento: < 2,5 minutos

Temperatura: 95 – 115 °C

Tempo de permanência: 0,5 minutos/mm + 2 minutos *

Pressão: 06 – 14 kgf/cm²

* Este parâmetro deverá ser revisado oportunamente. Ficou acordado que a ABIMCI, em conjunto com os fabricantes de resina, irá realizar testes para a validação desse parâmetro. Posteriormente deverá ser preparada metodologia para execução dos referidos testes.

NOTA: Para tempos de permanência inferiores aos especificados deverão ser executados ensaios de resistência da linha de cola de acordo com os procedimentos e metodologia constantes nas normas ABNT.

18 – REPAROS

Os reparos deverão ser executados com massa acrílica industrial ou com características similares elaboradas pelo próprio fabricante.

19 – REMENDOS

Os remendos deverão ser executados através da recuperação da capa ou contra-capas da chapa de compensado com lâmina da mesma espécie e coladas a quente ou a frio.

20 – ESQUADREJAMENTO

Teor de umidade: < 12 %

Comprimento: + 1,0 / -2,0 mm

Largura: + 1,0 / - 2,0 mm

Esquadrejamento: 1 mm/m

Retilidade: 1 mm/m

21 – LIXAMENTO

TABELA 2.6 – PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA A TOLERÂNCIA DAS ESPESSURAS EM FUNÇÃO DA ESPESSURA NOMINAL DO PAINEL.

ESPESSURA DO PAINEL	TOLERÂNCIA (mm)
04	$\pm 0,5$
06	$\pm 0,6$
09	$\pm 0,7$
12	$\pm 0,8$
15	$\pm 1,0$
18	$\pm 1,0$
21	$\pm 1,0$
25	$\pm 1,0$

22 – CLASSIFICAÇÃO DAS CHAPAS DE COMPENSADOS

De acordo com Norma ABNT (ver nota explicativa 1 e 2).

23 – EMBALAGEM

Teor de umidade: Máximo 18%

Composição:

Mercado Nacional

A granel

Mercado Internacional

Estrado ou 03 (três) “skids”;

Plástico envolvendo os painéis;

Lâminas de madeira ou papelão para proteção superior e das laterais do “pallet”;

03 (três) cintas transversais de aço ou plástico (quantidade mínima);

02 (duas) cintas longitudinais de aço ou plástico (quantidade mínima);

Estrados e lâminas de proteção com aplicação de imunizante.

Identificação do Fabricante

Nome do fabricante;

Nome do cliente;

Porto de destino;

Qualidade dos painéis;

Dimensões;

Marca de certificação;

Instruções de manuseio e armazenamento;

Identificação de imunização;

Numeração dos “pallets”.

ANEXO 3**TABELA DE CONVERSÃO DE UNIDADES**

Para Converte de	Para	Multiplique por
kgf/cm ²	MPa	0,0980665
MPa	kgf/cm ²	10,1971620
kgf/cm ²	N/mm ²	0,0980665
N/mm ²	kgf/cm ²	10,1971620
MPa	N/mm ²	1,0000000
N/mm ²	MPa	1,0000000