

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Estudo da molhabilidade da madeira de pinho pela resina ureia-formaldeído.

“Dissertação apresentada neste Instituto para obtenção do
grau de Mestre”

Maria Manuela Silva Cruz

ORIENTADORA: Professora Doutora Luísa Maria Hora de Carvalho

CO-ORIENTADOR: Professor Jorge Manuel Santos Silva Martins

JURI:

PRESIDENTE- Doutora Helena Margarida Nunes Pereira, Professora Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

- VOGAIS**
- Doutora Luísa Maria Hora de Carvalho, Professora Coordenadora da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Viseu;
 - Doutora Maria Emília Calvão Moreira Silva, Professora Auxiliar da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro;
 - Doutora Maria de Fátima Cerveira Tavares, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Mestrado em Engenharia de Materiais Lenhocelulósicos

Lisboa
2006

Ao Marco e ao Filipe

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos vão em primeiro lugar para os meus orientadores, Professora Doutora Luísa Maria Hora de Carvalho e Professor Jorge Manuel Santos Silva Martins, pela sua inteira disponibilidade e apoio na orientação desta dissertação.

À Doutora Cristina Coelho, um exemplo pessoal e profissional, pela amizade, apoio e incentivo que sempre me deu desde o início deste mestrado.

Aos meus colegas e amigos Carlos Silva, Carlos Santos, Pedro Martins e Sérgio Nogueira os meus sinceros agradecimentos por toda a ajuda que deles obtive durante a realização da parte experimental deste trabalho.

Ao Departamento de Engenharia de Madeiras da Escola Superior de Tecnologia de Viseu, pela disponibilização de laboratórios, equipamentos e materiais, assim como por facilidades que me foram concedidas.

Ao Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que colocou à minha disposição o equipamento imprescindível para a realização dos ensaios de molhabilidade.

Ao Departamento de Engenharia Florestal do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, pela disponibilidade de equipamentos, técnicas e materiais para análise da madeira.

Às empresas que me facultaram os materiais necessários ao desenvolvimento da parte experimental deste trabalho, *Sonae Indústria* e *Euroresinas*.

Ao Marco, meu marido, por todas as vezes que abdicou da presença do filho durante a realização deste trabalho. Obrigada pelo teu amor.

Ao Filipe, meu filho, pelos momentos de imensa felicidade que me tem proporcionado e que, sem o saber, foi o principal propulsor deste esforço.

Aos meus queridos pais, Humberto e Alice, os maiores responsáveis pela minha evolução pessoal e académica, pelos extraordinários esforços ao longo das suas vidas em prol da educação dos filhos. Ao meu pai pela amizade, compreensão e incentivo em ultrapassar mais esta etapa. À minha mãe que tantas vezes me substituiu, e muito bem, cuidando do meu filho para que pudesse concluir este trabalho. Um muito obrigada.

RESUMO

O fenómeno da molhabilidade refere-se a manifestações macroscópicas de forças intermoleculares que actuam através duma interface sólido-líquido. Uma melhor compreensão deste fenómeno na madeira é importante para melhorar a capacidade de interacção entre a madeira e os adesivos em aplicações que envolvam a colagem. O principal objectivo deste trabalho é o estudo da molhabilidade do pinho (*Pinus Pinaster*) e do eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), sujeito a diferentes tratamentos usando resinas ureia-formaldeído de diferentes composições com vista ao melhoramento da colagem na produção de aglomerado de partículas. A madeira de pinho e eucalipto foi recolhida num parque de madeiras duma unidade de produção de aglomerado de partículas, incluindo madeira queimada resultante de fogos florestais, sendo a amostra representativa da matéria-prima usada em Portugal. As amostras de madeira foram então submetidas a diversos tratamentos (secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento à luz solar) semelhantes aos do processo industrial. Numa primeira fase foi determinada a tensão superficial da madeira de acordo com a teoria ácido base e foi analisada a influência das espécies e dos tratamentos na tensão superficial total e nas componentes Lifshitz-van der Waals (LW) e ácido-base (AB). Pretendendo-se comparar a aptidão de três diferentes formulações de resina UF para a colagem da madeira de pinho e eucalipto, foram determinados os ângulos de contacto destas resinas na madeira e realizados ensaios mecânicos usando madeira fresca e madeira submetida aos três tratamentos. Usando a metodologia ANOVA, foram analisados os efeitos de vários factores e níveis na molhabilidade e na resistência da colagem: duas espécies, borne/cerne, três tratamentos e três resinas comerciais.

PALAVRAS CHAVE: Resina de ureia-formaldeído; molhabilidade; tensão superficial; pinho; aglomerado de partículas.

TITLE OF THE DISSERTATION: Study of the wettability of pine wood by urea-formaldehyde resins

ABSTRACT

Wettability phenomena is related to macroscopic manifestations of molecular interaction between liquids and solids interfaces. A better knowledge of these phenomena in wood is important to improve the capacity of interaction between wood and adhesives in applications involving gluing, because a good wettability is crucial for a good adhesion. The main objective of this work was to study the wettability of pine (*Pinus Pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus Globulus*), subjected to different treatments using urea-formaldehyde resins of different composition with the aim of improving bonding in the production of particleboard. Pine and eucalypt logs were collected at the wood-yard of a particleboard plant, including burned wood from forest fires, representing the major wood supply used in Portugal. Several wood samples were subjected to different treatments (over-drying, extraction with water and ageing under sunlight), similar to those of the industrial process. In a first approach, the surface tension of wood was determined using the acid-base theory and the influence of wood species and treatments on the total surface tension and Lifshitz-van der Waals (LW) and acid-base components was evaluated. Then, in order to compare the ability of three resin formulations for bonding wood of these species, measurements of contact angle of these resins and mechanical tests were carried out in fresh wood samples and in samples subjected to the treatments. The influence of several factors and levels on wettability and bond strength, were analysed using ANOVA: two species, sapwood/heartwood, burned/normal wood, three treatments and three commercial resins.

KEY-WORDS: Urea-formaldehyde resins; wettability; surface energy; pine; particleboard.

ÍNDICE

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	X
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto geral da tese.....	2
1.2 Objectivos.....	3
1.3 Organização da tese.....	4
CAPÍTULO II - PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Material madeira.....	6
2.2 Caracterização das espécies.....	9
2.2.1 Pinho (<i>Pinus Pinaster</i>).....	9
2.2.2 Eucalipto (<i>Eucalyptus Globulus</i>).....	9
2.3 Aglomerado de partículas.....	11
2.4 O fenómeno da molhabilidade.....	15
2.5 Métodos de determinação da energia livre de superfície de um sólido.....	17
2.6 Factores que influenciam a molhabilidade na madeira.....	22
2.7 Estudos de molhabilidade na madeira.....	25
CAPÍTULO III - DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL	27
3.1 Origem do material.....	28
3.1.1 Madeiras.....	28
3.1.2 Resinas.....	30
3.2 Preparação das amostras-determinação do seu teor em água.....	36
3.2.1 Secagem a elevadas temperaturas.....	39
3.2.2 Extração com água.....	39
3.2.3 Envelhecimento.....	39
3.3 Análise anatómica.....	40
3.4 Determinação da massa volúmica e distribuição do tamanho dos poros.....	44

3.5	Determinação da rugosidade	51
3.6	Medição dos ângulos de contacto	58
3.8	Ensaio mecânico às colagens	61
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO		64
4.1	Determinação da tensão superficial	65
4.2	Determinação da molhabilidade da madeira pelas resinas de ureia-formaldeído	77
4.3	Ensaio mecânico às colagens	89
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES		95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		99
ANEXOS		106

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Incêndio florestal.	8
Figura 2.2 – Produtos da Sonae Industria.	11
Figura 2.3 – Etapas do processo de fabrico do aglomerado de partículas.	14
Figura 2.4 – Modelo de Young.	16
Figura 2.5 – Molhabilidade de um adesivo sobre a superfície da madeira.	20
Figura 2.6 – Anisotropia do ângulo de contacto na madeira.	21
Figura 2.7 – Três secções fundamentais da madeira (<i>Esteban L. G. et al., 2003</i>).	22
Figura 2.8 – Anel deitado (cima) e anel ao alto (baixo).	23
Figura 3.1 – Síntese da resina UF (<i>Kandelbauer, 2005</i>).	32
Figura 3.2 – Estrutura da resina UF reticulada.	33
Figura 3.3 – Laboratório de Tecnologia das Indústrias da Madeira.	36
Figura 3.4 – Esquema demonstrativo do seccionamento dos provetes.	37
Figura 3.5 – Esquema demonstrativo da divisão dos provetes por grupos.	37
Figura 3.6 – Corte transversal de pinho (a) e eucalipto (b).	40
Figura 3.7 – Micrótopo.	41
Figura 3.8 – Pinho: secções transversal, radial e tangencial.	41
Figura 3.9 – Pinho Queimado: secções transversal, radial e tangencial.	42
Figura 3.10 – Eucalipto: secções transversal, radial e tangencial.	43
Figura 3.11 – Rodelas de pinho (a) e eucalipto (b) após aplicação de cera branca.	46
Figura 3.12 – Microscópico Olympus SZH 10, com câmara de vídeo incorporada, usado na observação visual das rodelas de pinho e eucalipto.	47
Figura 3.13 – Tratamento de imagem.	47
Figura 3.14 – Área de medição da porosidade com barra graduada, para uma ampliação de 50x - a) madeira de pinho; e de 30x - B) madeira de eucalipto.	48
Figura 3.15 – As seis áreas de medição da porosidade, no sentido medula – casca, distanciadas entre si por 1,1 cm.	48

Figura 3.16 – Imagens para análise da distribuição e tamanho de poros na madeira de pinho da medula (1) até à casca (6).	49
Figura 3.17 – Imagens para análise da distribuição e tamanho de poros na madeira de pinho queimado.	49
Figura 3.18 – Imagens para análise da distribuição e tamanho de poros na madeira de eucalipto da medula (1) até à casca (6).	49
Figura 3.19 – Rugosímetro <i>Mitutoyo SJ – 400</i> .	51
Figura 3.20 – Ra) Rugosidade média aritmética.	52
Figura 3.21 – Ry) Rugosidade máxima.	52
Figura 3.22 – Localização de um determinado provete num rolo de pinho.	53
Figura 3.23 – Relação entre rugosidade e massa volúmica.	56
Figura 3.24 – Relação entre a rugosidade e a localização da amostra na árvore.	56
Figura 3.25 – Influência da localização das amostras na árvore nas rugosidades e massa volúmica.	57
Figura 3.26 – Goniómetro.	58
Figura 3.27 – Aquisição de dados no goniómetro electrónico.	59
Figura 3.28 – Exemplo de determinação do ângulo de equilíbrio.	60
Figura 3.29 – Esquema da prensa de pratos quentes.	62
Figura 3.30 – Exemplo de um ensaio de tracção.	62
Figura 3.31 – Ilustração do provete utilizado de acordo com a norma EN 205.	63
Figura 3.32 – Esquema dos provetes segundo a norma EN 205.	63
Figura 4.1 – Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o borne de pinho, sem tratamento (média).	65
Figura 4.2 – Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o borne de eucalipto, sem tratamento (média).	65
Figura 4.3 – Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o cerne de pinho, sem tratamento (média).	66

Figura 4.4 – Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o cerne de eucalipto, sem tratamento (média).	66
Figura 4.5 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de pinho, sem tratamento (média).	68
Figura 4.6 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de pinho queimado sem tratamento (média).	68
Figura 4.7 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de eucalipto, sem tratamento (média).	69
Figura 4.8 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de eucalipto queimado, sem tratamento (média).	69
Figura 4.9 – Valores das tensões superficiais relativas: razão entre os valores das tensões superficiais (e componentes) e os obtidos para o borne sem tratamento de cada uma das espécies(P-pinho, E-eucalipto, ST-sem tratamento e Q-Queimado).	71
Figura 4.10 – Valores da tensão superficial e respectivas componentes (LW e AB) para pinho sem tratamento (ST) e submetido a secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento.	73
Figura 4.11 – Valores da componente ácido-base e componentes ácida (+) e básica (-) para o pinho sem tratamento e submetido a secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento.	73
Figura 4.12 – Valores da tensão superficial relativa: razão entre os valores da tensão superficial (e componentes LW e AB) do pinho submetido aos vários tratamentos e os obtidos para borne de pinho sem tratamento.	74
Figura 4.13 – Valores da tensão superficial relativa: razão entre os valores componente AB (e respectivas componentes + e -) do pinho submetido aos vários tratamentos e os obtidos para borne de pinho sem tratamento.	74
Figura 4.14 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto (gotas na mesma amostra).	78
Figura 4.15 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, sem tratamento (média).	79

Figura 4.16 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, após extracção com água (média).	79
Figura 4.17 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, após secagem excessiva (média).	80
Figura 4.18 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, após envelhecimento (média).	80
Figura 4.19 – Ângulos de contacto sobre pinho (borne) submetido aos vários tratamentos.	81
Figura 4.20 – Ângulos de contacto sobre pinho (cerne) submetido aos vários tratamentos.	82
Figura 4.21 – Ângulos de contacto sobre eucalipto (borne) submetido aos vários tratamentos.	82
Figura 4.22 – Ângulos de contacto sobre eucalipto (cerne) submetido aos vários tratamentos.	83
Figura 4.23 – Efeito dos níveis dos factores estudados nos ângulos de contacto das resinas (média).	85
Figura 4.24 – Efeito dos níveis de dois factores (borne/cerne e tipo de resina) nos ângulos de contacto das resinas (média) para o pinho e o eucalipto.	86
Figura 4.25 – Efeito dos níveis de dois factores (tratamento e tipo de resina) nos ângulos de contacto das resinas (média) para o pinho e o eucalipto.	87
Figura 4.26 – Efeito dos níveis de dois factores (queimada e tipo de resina) nos ângulos de contacto das resinas (média) para o pinho e o eucalipto.	88
Figura 4.27 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para as três temperaturas de prensagem e para as três resinas estudadas (teor em água H ₀).	90

Figura 4.28 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para o pinho e o eucalipto (resina R366; temperatura de prensagem=130 °C; teor em água HA).	91
Figura 4.29 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para o pinho e o eucalipto e para os teores em água H0 e HA (Temperatura de prensagem=105 °C; resina R345).	91
Figura 4.30 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para o pinho e o eucalipto e para as três resinas (temperatura de prensagem=105 °C; teor em água H0).	92
Figura 4.31 – Variação da tensão de rotura com a temperatura de prensagem para as três resinas (média e desvio padrão).	92
Figura 4.32 – Variação da tensão de rotura com o teor em água para as três resinas (média e desvio padrão).	93
Figura 4.33 – Efeito dos níveis dos factores estudados na resistência ao corte (tensão em MPa).	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Métodos de determinação da tensão superficial de sólidos.	17
Tabela 3.1 – Grupos de provetes com dimensões 10x2x0,5 cm.	29
Tabela 3.2 – Características técnicas das resinas R345, R360 e R366.	31
Tabela 3.3 – Teor em água médio para os vários grupos de amostras.	38
Tabela 3.4 – Massa volúmica aparente para uma amostra de 10 provetes, para o borne e para o cerne (pinho).	45
Tabela 3.5 – Massa volúmica aparente para uma amostra de 10 provetes, para o borne e para o cerne (eucalipto).	45
Tabela 3.6 – Percentagens de porosidade do eucalipto em seis secções de cerca de $1,9 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ (ampliação - 50x).	50
Tabela 3.7 – Valores de Ra média e Ry média para pinho e pinho queimado.	54
Tabela 3.8 – Valores de Ra média e Ry média para pinho e pinho queimado.	55
Tabela 3.9 – Valores de Ra média por secção da árvore.	56
Tabela 4.1 – Valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto dos diversos líquidos em madeira de pinho.	67
Tabela 4.2 – Valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto dos diversos líquidos em madeira de eucalipto.	67
Tabela 4.3 – Valores das componentes da tensão superficial calculadas usando o método ácido-base para o pinho.	70
Tabela 4.4 – Valores das componentes da tensão superficial calculadas usando o método ácido-base para o eucalipto.	70
Tabela 4.5 – Valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto dos diversos líquidos em madeira de pinho submetida a 3 tratamentos.	72
Tabela 4.6 – Valores das componentes da tensão superficial o para o pinho submetido a 3 tratamentos.	73
Tabela 4.7 - Factores e níveis considerados.	77
Tabela 4.8 – ANOVA para o modelo global usando a media (+5%, ++1%, +++0,1%).	84

Tabela 4.9 – ANOVA por factor usando a média (+5%, ++1%, +++0,1%).	84
Tabela 4.10 – Nível de significância estatística para os feitos de dois factores nos ângulos de contacto do pinho (madeira “fresca” e normal) e do eucalipto (madeira “fresca” e normal) -média (+5%, ++1%, +++0,1%).	85
Tabela 4.11 – Nível de significância estatística para os feitos de dois factores nos ângulos de contacto do pinho (borne e normal) e do eucalipto (borne e normal) -média (+5%, ++1%, +++0,1%).	86
Tabela 4.12 – Nível de significância estatística para os feitos de dois factores nos ângulos de contacto do pinho (borne e madeira fresca) e do eucalipto (borne e madeira fresca) -média (+5%, ++1%, ++0,1%).	87
Tabela 4.13 – Factores e níveis considerados para o estudo de adesão das resinas à madeira.	89
Tabela 4.14 – ANOVA por factor usando a média (+5%, ++1%, +++0,1%).	94

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO GERAL DA TESE

O trabalho realizado e descrito nesta dissertação insere-se num projecto de investigação – *Projecto UF Madeira*, financiado pela AdI (Agência de Inovação) e desenvolvido em co-promoção entre a Euroresinas (Grupo SONAE), o LEPAE – Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente e Energia (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto) e o DEMad – Departamento de Engenharia de Madeiras (Escola Superior de Tecnologia de Viseu).

O projecto *UF Madeira* teve início em Maio de 2003, tendo como objectivo a optimização das propriedades das resinas de UF (ureia formaldeído) usadas na produção de materiais compósitos de madeira, em função das características da madeira disponível. Portugal é líder mundial na área da produção de aglomerados de madeira e tem uma cota muito significativa da produção mundial de resinas de UF. Estas resinas estão, no entanto, muito pouco estudadas e não é clara a relação entre as condições operatórias dos reactores de polimerização e as propriedades desta resina na colagem das partículas de madeira. Neste projecto pretendia-se também relacionar as propriedades das resinas com a molhabilidade e aderência à madeira.

Uma melhor compreensão deste fenómeno na madeira é importante para melhorar a capacidade de interacção entre a madeira e os adesivos em aplicações que envolvam colagem, pois uma boa molhabilidade é uma condição necessária para uma boa colagem. Existe algum trabalho feito neste campo, quer para a madeira quer para o aglomerado de madeira. Contudo, a madeira de pinho marítimo (*Pinus Pinaster*) ainda não foi estudada.

Uma vez que a sua utilização em Portugal, quer em mobiliário, quer nos derivados de madeira (uso exclusivo desta espécie) tem vindo a crescer, torna-se imperativo criar conhecimento técnico e científico nesta área, no sentido de adaptar as formulações das colas para melhorar a qualidade dos produtos.

1.2 OBJECTIVOS

O processo de colagem é uma etapa decisiva na produção dos painéis de derivados de madeira sendo afectado, não só pelas condições operatórias da encolagem e prensagem a quente, mas também pelos materiais envolvidos, ou seja o substracto (madeira) e o adesivo (resina ureia-formaldeído). O desempenho mecânico da ligação madeira-adesivo depende principalmente da adesão entre os dois materiais e da coesão do próprio adesivo. A optimização deste processo com vista à melhoria da sua eco-eficiência (maior eficiência energética, menor consumo de resina, menor emissão de formaldeído) requer portanto o conhecimento da natureza da interface madeira-adesivo que é influenciada pelas propriedades intrínsecas dos dois materiais, mas também pela compatibilidade entre eles. A utilização de madeira de diferentes espécies e origens ou de resíduos de madeira reforça a necessidade do desenvolvimento de novas formulações de adesivos UF, mais adaptadas e flexíveis.

Os requisitos de qualidade destes produtos, a necessidade de obter processos de prensagem mais rápidos e os factores ambientais, como a redução das emissões de formaldeído, têm sido os motores actuais de investigação e desenvolvimento nesta área.

Neste trabalho pretendia-se relacionar as propriedades das resinas com a molhabilidade e aderência à madeira. Os estudos da molhabilidade e adesão à madeira incidiram apenas em resinas comerciais de diferente composição. Para tal foram executadas as seguintes tarefas:

- a) Estabelecimento de um protocolo experimental para a amostragem de forma a minimizar a variabilidade da madeira; corte, acondicionamento e tratamento das amostras (secagem excessiva, extracção e envelhecimento); determinação do teor em água de equilíbrio;
- b) Determinação da distribuição de tamanhos dos poros por análise de imagem; caracterização da estrutura anatómica da madeira por microscopia óptica; determinação da tensão superficial da madeira e das suas componentes dispersivas e polares (método ácido-base) usando um medidor de ângulos de contacto;
- c) Determinação da molhabilidade de madeira pelas resinas UF comerciais através da medição dos ângulos de contacto estáticos da resina UF nas várias amostras; efeito dos vários tratamentos na molhabilidade;
- d) Cura da resina: preparação de amostras de madeira coladas (de face) com as diversas formulações por prensagem a quente; avaliação da resistência mecânica das ligações coladas através de ensaios de tracção numa máquina de ensaios universal.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Esta dissertação foi dividida estruturalmente por cinco capítulos fundamentais.

O primeiro capítulo serve como introdução ao trabalho realizado, com um contexto geral, o que se pretendia obter e respectivos objectivos, assim como a sua estrutura.

O segundo capítulo visa um enquadramento teórico sobre os materiais envolvidos no estudo, o fenómeno da molhabilidade, os métodos de determinação da energia livre de superfície de um sólido e os factores que influenciam a molhabilidade, terminando com um “estado da arte” dos estudos de molhabilidade no material madeira.

O capítulo terceiro descreve os materiais, equipamentos usados e todo o desenvolvimento experimental, no que diz respeito à preparação das amostras e tratamentos às quais foram sujeitas, à análise anatómica, determinação da distribuição do tamanho dos poros, determinação da rugosidade, medição dos ângulos de contacto e ensaios mecânicos às colagens.

No capítulo quarto são analisados e interpretados os resultados obtidos.

No capítulo quinto são apresentadas as conclusões.

CAPÍTULO II

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.1 MATERIAL MADEIRA

A madeira, no seu estado natural é um material ecológico, não provocando danos ao ambiente, nomeadamente aos seres vivos, pelo facto da madeira provir das árvores que na fase de crescimento e desenvolvimento apresentam grandes vantagens ambientais:

- Protegendo o solo contra a erosão e desertificação;
- Fixando a água e fornecendo humidade ao ar;
- Moderando a temperatura e humidade;
- E a mais importante, a fotossíntese, transformando o dióxido de carbono da atmosfera, fixando o carbono na planta e libertando o oxigénio.

A produção da madeira é feita por processos naturais, equilibrados com o ambiente, utilizando apenas os nutrientes existentes no solo e a energia do sol. A madeira tem ainda, a vantagem de poder ser renovável, embora num processo lento, a uma escala de tempo inferior à esperança de vida humana.

Como material propriamente dito, a madeira requer pouca energia para a sua produção e transformação e apresenta boas performances técnicas do ponto de vista de resistência, facilidade em ser trabalhada e acabada, valor estético muito elevado, agradável ao tacto, entre outras boas características. Gosta-se da madeira e dos objectos de madeira tanto por razões objectivas como subjectivas.

Salienta-se ainda que a madeira, no seu fim de vida, é facilmente reciclada com poucos ou nenhuns custos para o ambiente. Pode ser aproveitada para fazer aglomerados ou como combustível, não produzindo resíduos tóxicos, dando origem a novos produtos ou energia. Mesmo as cinzas são compatíveis com o ambiente e ainda úteis para diversos fins industriais, ou para a fertilização dos solos (*adaptado de Oliveira, 2005*).

Algumas vantagens do uso da madeira são:

- Pode ser obtida em grandes quantidades e a preços relativamente baixos;
- As reservas renovam-se por si mesmas, tornando o material permanentemente disponível;
- Pode ser produzida em peças com dimensões estruturais que podem ser rapidamente desdobradas em peças pequenas, de delicadeza excepcional;
- Pode ser trabalhada com máquinas/ferramentas simples e ser reempregue várias vezes;
- Tem uma baixa massa volúmica e resistência mecânica elevada;
- Foi o primeiro material empregue, capaz de resistir tanto a esforços de compressão como de tracção;

- A resistência à flexão pode ser cerca de dez vezes superior à do betão, assim como a resistência ao corte;

- Permite ligações e emendas fáceis de executar;

- Não estilhaça quando submetida a choques;

- Apresenta boas condições naturais de isolamento térmico e absorção acústica;

- No seu aspecto natural apresenta uma enormíssima variedade de padrões (*adaptado de Oliveira, 2005*).

Podem ser consideradas desvantagens, o facto de ser um material fundamentalmente heterogéneo e anisotrópico, vulnerável a agentes externos, a sua durabilidade é limitada quando não são tomadas medidas preventivas, as dimensões são limitadas: formas alongadas, de secção transversal reduzida e é combustível. No entanto, ao longo dos anos, vários processos de melhoramento foram desenvolvidos e permitiram anular as características negativas mencionadas que a madeira apresenta no seu estado natural:

- A degradação das suas propriedades e o aparecimento de tensões internas decorrentes de alterações de humidade, evitada pelos processos desenvolvidos de secagem artificial controlada;

- A deterioração da madeira em ambientes que favorecem o desenvolvimento dos seus principais agentes biológicos que a provocam, minimizada pelos tratamentos de preservação;

- A marcante heterogeneidade e anisotropia próprias da sua constituição fibrosa, assim como a limitação das suas dimensões, solucionadas pela sua correcta utilização e pelos processos de transformação para a obtenção de novos materiais (laminados, contraplacados, aglomerado de madeira) (*adaptado de Oliveira, 2005*).

Como heterogéneo que é o material madeira, o seu comportamento, de espécie para espécie, dentro da mesma espécie e até dentro da própria árvore, difere obrigatoriamente.

A caracterização do material lenhoso faz-se, essencialmente, em termos:

- Anátomo-estruturais;

- Físicos;

- Mecânicos;

- Tecnológicos, intimamente interactivos e interdependentes. (*Carvalho, 1997*)

Em termos físicos, a madeira tem três propriedades essenciais: a humidade, a densidade e a retractibilidade. Mas outras propriedades, características deste material, estão relacionadas com estas: a sua heterogeneidade e conseqüente anisotropia, a higroscopicidade, a porosidade, dureza, cor, brilho, odor, gosto e condutibilidades eléctricas, térmicas e sonoras.

A madeira tem também propriedades mecânicas que a distinguem de outros materiais: a resistência à compressão, tracção e flexão, a elasticidade, fluência e fadiga. Do mesmo modo, a resistência da madeira perante temperaturas elevadas também faz dela um material muito singular.



Fig. 2.1 – Incêndio florestal.

A madeira tem um aspecto interessante em relação ao comportamento diante do fogo. Apesar de ser considerada um material combustível, e de, num incêndio, ser considerada a principal responsável pela propagação do fogo, na verdade, com dimensões superiores a 25 mm (\varnothing) é mais lentamente consumida que outros materiais.

De facto, o efeito da temperatura na resistência da madeira é muito pequeno. Quando submetida de forma contínua a temperaturas de 37 °C, alcançando ocasionalmente os 50 °C, está provado que a sua resistência não é afectada, acima desta temperatura (50 °C) pode sofrer uma perda de resistência.

Quanto ao comportamento da madeira perante o fogo, sabe-se que a sua reacção e dos seus derivados depende muito da sua espessura, da humidade e da própria espécie. Um incêndio é uma combustão incontrolada que se desenvolve no espaço e no tempo, e que necessita para a sua evolução de uma acumulação de materiais combustíveis.

Apesar de a madeira ser um material combustível a temperaturas que se produzem num incêndio, é menos perigoso do que se julga, principalmente pelas seguintes razões:

1. A baixa condutibilidade térmica da madeira faz com que a temperatura diminua até ao seu interior;
2. A carbonização superficial que se produz dificulta por um lado a saída dos gases e por outro a penetração do calor, por ter uma condutibilidade térmica ainda menor que a própria madeira;
3. A sua dilatação térmica não provoca deformações perigosas (adaptado de *Martins, Vieira, 2004*).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

A madeira é um material com características e propriedades muito específicas e próprias que a distinguem de qualquer outro material. É formada por diversos elementos cuja forma, tamanho, número e disposição, variam de espécie para espécie.

2.2.1 PINHO (*Pinus Pinaster*)

Esta espécie de pinheiro foi trazida para Portugal no reinado de D. Dinis, para plantar o pinhal de Leiria, com a intenção de sustentar o avanço das areias da orla marítima.

Desenvolve-se em quase todas as condições climáticas, mas sobretudo nas zonas de influência marítima, daí se encontrar com grande abundância em Portugal, principalmente no litoral norte e centro.

A madeira de pinho é geralmente caracterizada pela existência de um **cerne** distinto, de contorno regular e definido, com **medula** circular e igualmente bem definida. O **borne** é, em relação ao cerne, largo. As **camadas de crescimento** são homogêneas e nítidas em qualquer das três secções principais, particularmente pela espessa camada de Outono. O **fio** é em geral direito originando um **veio** listado desenhado pelas camadas de crescimento. O **parênquima** é indistinto, assim como os **raios** também são indistintos, finos e fusiformes, relativamente numerosos. Na secção radial os raios assemelham-se a estreitas malhas brilhantes, perpendiculares ao fio. Na secção transversal observam-se no lenho final **canais de resina** em número reduzido.

Microscópicamente ainda se pode observar **traqueídeos** verticais com pontuações aureoladas unisseriadas presentes na parede celular; e **raios lenhosos** unisseriados e fusiformes.

2.2.2 EUCALIPTO (*Eucalyptus Globulus*)

É muito abundante em Portugal, principalmente na zona centro e sul. A madeira é aproveitada essencialmente para pasta de papel e as folhas são utilizadas para fazer essências, xaropes, ...

A madeira de eucalipto tem igualmente um **cerne** distinto de contorno regular mas indefinido e abundante. As **camadas de crescimento** são bem distintas de contorno regular e indefinido, sem poros

na separação de dois crescimentos. O **fio** é espiralado e a **textura** relativamente uniforme. A **porosidade** é difusa, de poros grandes, solitários, circulares, pouco numerosos. O **parênquima** é distinto, paratraqueal, confluyente nas fiadas oblíquas e abundante. Os **raios** são estreitos pouco distintos à vista desarmada mas, microscópicamente, podem-se observar raios simples, unisseriados ou apenas parcialmente bisseriados, homogénios.

2.3 AGLOMERADO DE PARTÍCULAS

A Sonae foi fundada em 1959, na Maia, com o objectivo de produzir termolaminados decorativos. Actualmente detém 34 fábricas, distribuídas por 4 continentes, sendo um dos maiores produtores de painéis derivados de madeira do mundo. A sua gama de produtos abrange:

- Aglomerados de partículas de madeira;
- MDF (aglomerado de fibras de média densidade);
- Aglomerado de fibras duro (hardboard);
- OSB (oriented strand board);
- Produtos e serviços de valor acrescentado (componentes, soluções e sistemas) para as indústrias de mobiliário, construção, decoração e para o sector de bricolage;
- Laminados decorativos de alta pressão;
- Produtos químicos (formaldeído, resinas à base de formaldeído); (www.sonae-industria-tafisa.com).



Fig. 2.2 – Produtos da Sonae Indústria
(www.sonae-industria-tafisa.com)

A EuroResinas – Indústrias Químicas, S.A. é uma unidade do Grupo Sonae dedicada ao fabrico e comercialização de resinas sintéticas e formaldeído. Foi constituída em 1993, por um processo de cisão / fusão da Sonae Indústria de Revestimentos, S.A. em diversas entidades autónomas, ficando responsável pelos negócios de resinas e formaldeído.

A madeira tem sido desde sempre um dos principais materiais utilizados na construção. No entanto, estruturalmente, perdeu o seu protagonismo a partir da Revolução industrial, sendo substituída primeiro pelo ferro e depois pelo betão armado, materiais que constituem hoje em dia a estrutura da maior parte dos edifícios. A tecnologia, por sua vez, fez surgir uma série de derivados da madeira como alternativa à madeira maciça. Estes materiais, como os aglomerados e os contraplacados, têm características próprias que os distinguem entre si (*Martins e Vieira, 2004*), e pretendem colmatar as limitações desse material madeira, bem como adaptá-la a usos mais específicos.

Os derivados de madeira são compostos por lenho, um ligante e aditivos. Existem diversos tipos de placas com composição e estrutura diferentes, consoante as suas utilizações finais, que podem ser:

- Elementos de construção;
- Soalhos;
- Divisórias;
- Portas;
- Revestimentos;
- Móveis;
- Cofragem;
- Edifícios agrícolas;...

As placas de derivados de madeira apresentam vantagens (menos limitações de utilização e melhor desempenho) relativamente à madeira maciça, nomeadamente:

- Possibilidade de obtenção de placas de diferentes tipos e características geométricas (independência relativamente ao porte da árvore – altura, diâmetro e forma do tronco);
- Versatilidade através de uma rápida adaptação às exigências de mercado (alteração de parâmetros na linha de produção);
- Maior resistência no plano da placa;
- Boa relação resistência/peso;
- Maior estabilidade dimensional;
- Obtenção de produtos mais homogêneos. O coeficiente de variação normalmente associado às propriedades mecânicas da madeira maciça anda à volta dos 15 a 40 %, nos aglomerados de fibras e partículas varia somente entre 5 a 10 %; (*Machado, 2005*)
- Permitir a utilização industrial de madeira proveniente de espécies florestais secundárias;
- Originar uma clara redução de desperdícios lenhosos, sendo possível de incorporarem os restos (estilha) resultantes da laboração em serração (obtenção de tábuas) e ainda uma percentagem de casca (*Machado, 2005*).

Os aglomerados de partículas são provavelmente o mais comum dos derivados de madeira por ser muito versátil no que diz respeito às suas aplicações. Apresenta maiores potencialidades de incorporar resíduos de madeira reciclada uma vez que exige menos transformações no processo de fabrico.

As placas de aglomerados de partículas são constituídas por partículas com cerca de 2/10 a 4 /10 mm de espessura; 10 a 60 mm de comprimento; 3 a 30 mm de largura, ligados entre si por um ligante orgânico sintético termoendurecível, sob a acção de calor (150 a 220 °C) e pressão (10 a 50 bar), podendo ainda ser adicionados aditivos (substâncias adicionadas para melhorar ou modificar certas propriedades do adesivo e que englobam produtos hidrófugos, ignífugos e preservadores). Esta operação é a mais importante e a mais cara de todo o processo, o que exige um controlo rigoroso de todos os parâmetros de operação de forma a garantir a qualidade do produto e reduzir os tempos de prensagem.

As placas prensadas em prensas de pratos (Processo denominado de "*Fahmi*") podem ser de monocamada, de 3 camadas de densificação gradual, de 3 camadas distintas ou, de diversas camadas.

As placas e aglomerados de partículas, que englobam a maior parte do processo e fabrico da "Sonae Indústria" são normalmente compostas por três camadas distintas de partículas, prensadas numa prensa contínua, orientadas aleatoriamente: partículas finas nas faces (permitindo assim uma superfície apta a receber acabamento) com partículas maiores na zona central. As resinas geralmente empregues no seu fabrico são de ureia-formaldeído (UF) para placas destinadas a ambientes secos, e melamina/ureia-formaldeído (MUF) para placas de maior resistência à humidade.

O esquema da Figura 2.3 mostra as diferentes etapas da produção de placas de aglomerado e partículas da "Sonae Indústria".

A matéria-prima usada para o fabrico de aglomerado de partículas na "Sonae Indústria" provém de rolaria de pinho, pinho ardido de fogos florestais, eucalipto, eucalipto ardido de fogos florestais; resíduos de madeira limpa, provenientes da primeira e segunda transformação (costaneiro, estilha, serrim, retestos, aparas...) e de madeira reciclada (paletes e embalagens, placas e colchões rejeitados, desperdícios do corte e lixagem das placas, sub-produtos rejeitados da indústria do mobiliário, etc.). A percentagem de madeira por eles utilizada é de cerca de 94% de pinho (dos quais 9% sob a forma de rolaria) e 6% eucalipto (só rolaria). A restante matéria-prima é composta por resíduos de madeira de pinho (estilha, costaneiro, aparas, retestos, serrim) e de 30% de reciclados.

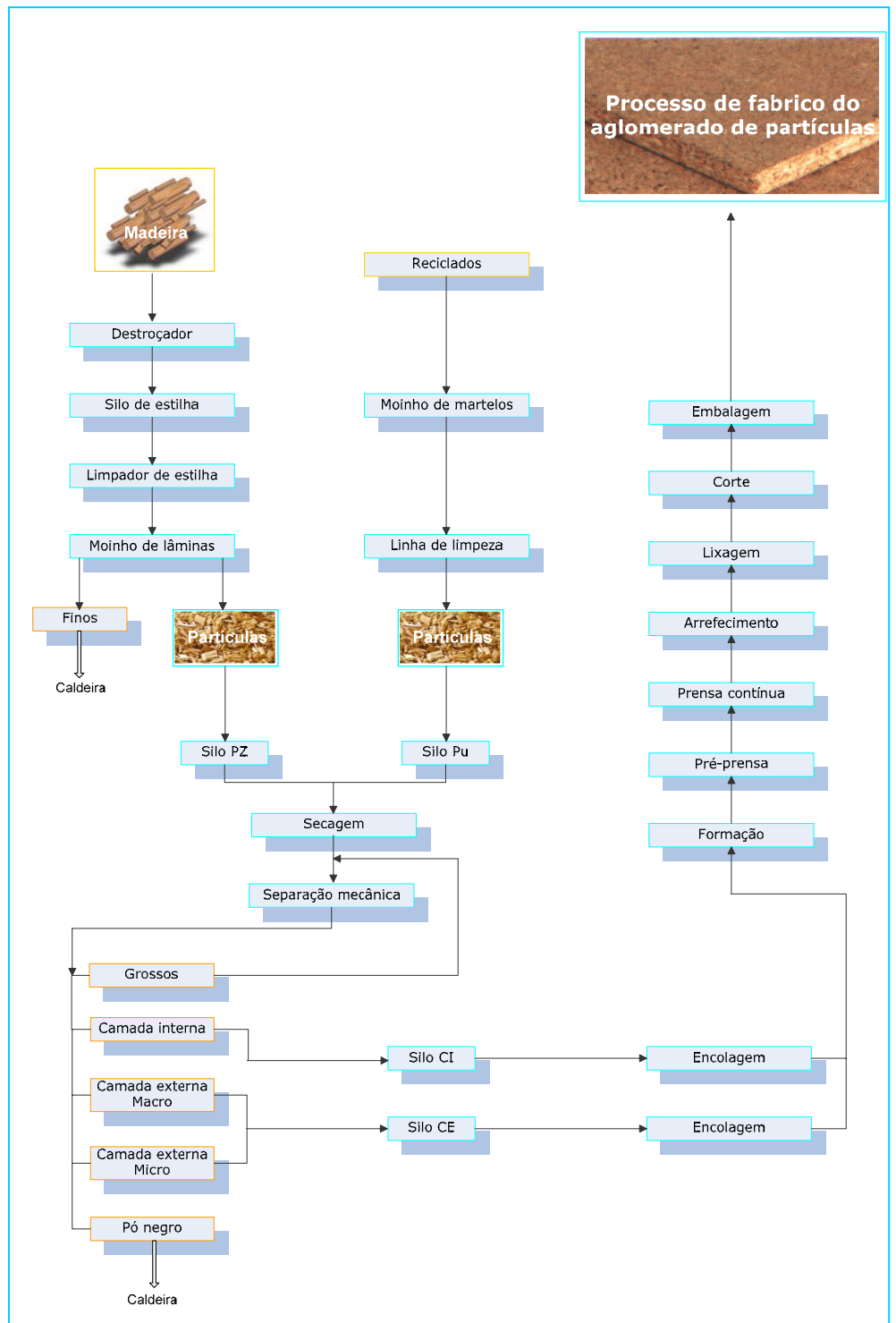


Fig. 2.3 – Etapas do processo de fabrico do aglomerado de partículas

2.4 O FENÓMENO DA MOLHABILIDADE

O fenómeno de molhabilidade está relacionado com as manifestações macrocópicas de interacções moleculares entre líquidos e sólidos em contacto (Berg, 1993). No caso da molhagem da madeira pelos adesivos, estas manifestações envolvem a formação de um ângulo de contacto θ na interface sólido/líquido/gás, o espalhamento do adesivo sobre a superfície e a penetração na superfície porosa da madeira.

A molhabilidade pode ser caracterizada usando parâmetros termodinâmicos como os ângulos de contacto, energia livre de superfície e trabalho de adesão. Para uma compreensão mais profunda do fenómeno de molhabilidade, é necessário incidir sobre a natureza das forças intermoleculares. Algumas teorias sobre este tema podem ser encontradas em Jensen (1991), Lee (1991) Mittal e Anderson (1991), Mittal (1993), Van Oss (1994), Good (1993) e Berg (1993).

O trabalho de adesão define-se como o trabalho necessário para separar uma unidade de área da interface sólido-líquido e é dado pela equação de Dupré:

$$W_{SL} = \gamma_S + \gamma_{LV} - \gamma_{SL} \quad (2.1)$$

em que:

- γ_S energia livre de superfície do sólido;
- γ_{LV} energia livre de superfície do líquido;
- γ_{SL} energia livre interfacial sólido/ líquido.

Se as moléculas do vapor do líquido estiverem adsorvidas na interface, há uma diminuição da energia livre de superfície, que se designa por pressão de espalhamento ($\pi_e = \gamma_S - \gamma_{SV}$). No entanto, no caso dos sólidos de baixa energia superficial, como os polímeros ou madeira, esta pressão de espalhamento é praticamente nula, pois a energia livre de superfície do líquido é da mesma ordem de grandeza da do sólido e portanto: $\gamma_S = \gamma_{SV}$

O ângulo de contacto de um líquido sobre uma superfície (pelo “sessile drop method”) é geralmente considerado como um método conveniente de medida da molhabilidade (Hora de Carvalho, 1990) e é uma das técnicas mais usadas. Young introduziu uma relação que descreve a forma duma gota

de líquido em presença do vapor desse líquido. O modelo de Young exprime o balanço das tensões superficiais (energias livre de superfície) para uma gota em equilíbrio (ver figura 2.1):

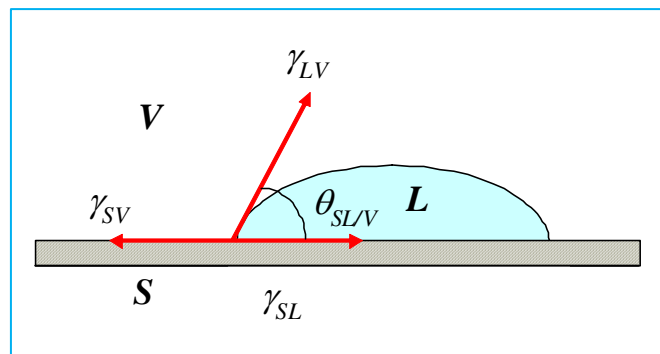


Fig. 2.4 – Modelo de Young

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos \theta \quad (2.2)$$

Combinando as equações (2.1) e (2.2) obtém-se a equação de Young-Dupré:

$$W_{SL} = \gamma_{LV} (1 + \cos \theta) \quad (2.3)$$

Se existir molhabilidade completa, $\theta=0^\circ$, $W_{SL} = 2\gamma_{LV}$ que corresponde ao trabalho de coesão do líquido (energia máxima). Se não houver molhabilidade, então $\theta=180^\circ$, e portanto é necessário uma energia nula para separar o líquido da interface, situação fisicamente impossível. Portanto, na prática $0 < \theta < 180^\circ$, e considera-se que o líquido não tem tendência a molhar a superfície do sólido se $\theta > 90^\circ$. Portanto, a determinação da energia livre de superfície do líquido e do ângulo de contacto do líquido na superfície do sólido, permite avaliar as interações físicas entre o sólido e o líquido.

2.5 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA ENERGIA LIVRE DE SUPERFÍCIE DE UM SÓLIDO

No caso dos líquidos, a energia livre de superfície (ou tensão superficial) é directamente mensurável por tensiometria. No caso dos sólidos, a ausência de mobilidade não permite uma medição directa. A energia livre de superfície dum sólido pode ser definida como a energia necessária para “clivar” reversivelmente uma unidade de superfície do sólido num plano paralelo à superfície considerada. Esta característica é importante pois determina o nível potencial das interacções que o sólido será capaz de estabelecer, em particular com outros sólidos, permitindo assim a interpretação de fenómenos como a adesão, o atrito e a molhagem (*Shultz et al., 1982*).

Diversas interpretações do fenómeno da molhabilidade deram origem a diferentes métodos de avaliação da tensão superficial dos sólidos. Na Tabela 2.1 apresentam-se os principais métodos de determinação da tensão superficial, alguns dos quais utilizados no caso da madeira.

Tabela 2.1: Métodos de determinação da tensão superficial de sólidos

Método	Informação	Fluidos	Aplicação	Exemplos
Zisman	Tensão sup. crítica	2	Sólidos apolares	PE, PTFE, ceras
Fowkes	Comp. dispersiva da energia de livre superfície	1	Sistemas apolares	PE, PTFE, ceras
OWRK	Comp. dispersiva e polar da energia livre de sup.	2	Universal	Polímeros, alumínio, revestimentos, vernizes, ...
Fowkes-extendido	Comp. dispersiva da energia livre de sup. e energia das interacções polares	3	Questões específicas das propriedades de sup.	Polímeros, madeira
Wu (média harmónica)	Comp. dispersiva e polar da energia livre de superfície	2, pelo menos 1 polar	Sistemas de baixa energia	Soluções orgânicas, polímeros, pigmentos orgânicos
Shultz 1 (gota polar)	Comp. dispersiva e polar da energia livre de superfície	2	Sistemas de elevada energia	Metal, vidro, madeira
Shultz 2 (gota apolar)	Comp. dispersiva e polar da energia livre de superfície	2	universal	Polímeros, alumínio, vernizes
Lifshitz –Van der Waals ácido-base	Componente Lifshitz –Van der Waals e componentes ácido-base Lewis	3	universal	Polímeros, madeira

O método utilizado neste trabalho, foi o método Lifshitz –van der Waals ácido-base que foi pela primeira vez aplicado à madeira por Gardner (1996). Este método, desenvolvido por Van Oss Chaudhury e Good (1987) baseia-se no conceito ácido-base de Lewis, e divide as forças intermoleculares em dois grupos principais:

- Forças de “Lifshitz- van der Waals” (LW);
- Interações ácido-base (AB), (Fowkes, 1983; van Oss et al., 1987; Wålinder 2001).

As forças “Lifshitz- van der Waals” (LW) correspondem às forças dispersivas (apolares) ou seja forças de atração e repulsão temporárias devido aos movimentos dos electrões nas moléculas.

As interações ácido-base de Lewis (AB), correspondem a interações entre grupos polares: um par de electrões é doado pela base (dador) e é partilhado pelo ácido (aceitador) (Gindl et al., 2004). De acordo com Fowkes (1983), o trabalho total de adesão sólido/líquido exprime-se como a soma das interações LW e AB.

A energia livre de superfície do sólido exprime-se então como a soma das várias componentes:

$$\gamma_s = \gamma_s^{LW} + \gamma_s^{AB} = \gamma_s^{LW} + 2(\gamma_s^+ \gamma_s^-)^{1/2} \quad (2.4)$$

- γ_s^{LW} Componente LW (dispersiva) da energia livre de superfície do sólido;
- γ_s^+ Componentes AB-electrão aceitador do sólido;
- γ_s^- Componentes AB-electrão dador e do sólido.

Assim, a determinação da tensão superficial do sólido pode ser feita através da equação seguinte, deduzida combinando as equações de Young, Good-Girifalco e Fowkes (Gardner, 1996):

$$(1 + \cos\theta)\gamma_L = 2 \left[(\gamma_s^{LW} \gamma_L^{LW})^{1/2} + (\gamma_s^+ \gamma_L^-)^{1/2} + (\gamma_s^- \gamma_L^+)^{1/2} \right] \quad (2.5)$$

em que:

- γ_L^{LW} Componente LW (dispersiva) da tensão superficial do líquido;
- γ_L^+ Componentes AB-electrão aceitador da tensão superficial do líquido;
- γ_L^- Componentes AB-electrão dador da tensão superficial do líquido;
- γ_s^+ Componentes AB-electrão aceitador da tensão superficial do sólido;
- γ_s^- Componentes AB-electrão dador da tensão superficial do sólido;
- γ_L Tensão superficial do líquido.

A equação (2.5) é uma equação com três incógnitas. O cálculo das três componentes requer a utilização de líquidos apolares (γ^{LW} total) e líquidos polares com componentes electrão-aceitador γ^+ (ácido) e electrão-dador γ^- (base) conhecidas.

Utilizando um líquido apolar, como o α -bromonaftaleno, γ_L^+ e γ_L^- são nulas, e portanto a equação (5) reduz-se a:

$$\gamma_S^{LW} = \frac{\gamma_L(1 + \cos \theta)}{4} \quad (2.6)$$

permitindo o cálculo de γ_S^{LW} , a partir da tensão superficial desse líquido e do seu ângulo de contacto sobre a superfície. A equação (2.5) passa a ter então duas incógnitas, γ_S^+ e γ_S^- , que podem ser determinadas usando dois líquidos polares e resolvendo o sistema de 2 equações a duas incógnitas.

Os parâmetros γ_S^+ e γ_S^- , podem ser determinados usando outra abordagem (McCafferty, 2002). Como a componente γ_S^{LW} é conhecida a partir da equação (2.6), então a equação (2.5) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\frac{(1 + \cos \theta)\gamma_L}{2} - (\gamma_S^{LW} \gamma_L^{LW})^{1/2} = (\gamma_S^+ \gamma_L^-)^{1/2} + (\gamma_S^- \gamma_L^+)^{1/2} \quad (2.7)$$

Dividindo a equação (7) por $(\gamma_L^+)^{1/2}$ fica:

$$\frac{(1 + \cos \theta)\gamma_L}{2} - (\gamma_S^{LW} \gamma_L^{LW})^{1/2} = (\gamma_S^+)^{1/2} \left(\frac{\gamma_L^-}{\gamma_L^+} \right)^{1/2} + (\gamma_S^-)^{1/2} \quad (2.8)$$

O lado esquerdo da equação (2.8) contém variáveis que podem ser determinadas experimentalmente (θ e γ_S^{LW}) ou que estão publicadas na literatura (γ_L , γ_L^{LW} e γ_L^+), e portanto representando o lado esquerdo da equação (2.8) em função de $(\gamma_L^- / \gamma_L^+)^{1/2}$ obtém-se uma linha recta com declive $(\gamma_S^+)^{1/2}$ e ordenada na origem $(\gamma_S^-)^{1/2}$. Esta abordagem permite a utilização de mais de dois líquidos polares.

O modelo de Young foi estabelecido para superfícies limpas e perfeitamente planas. Contudo, a superfície da madeira apresenta uma certa rugosidade, inerente à sua estrutura e anatomia. Além disso, a superfície da madeira é porosa e heterogênea.

Quando uma gota de líquido é depositada sobre uma superfície porosa, forma-se um ângulo de contacto mas ao mesmo tempo ocorre penetração e espalhamento do líquido (Figura 2.5):

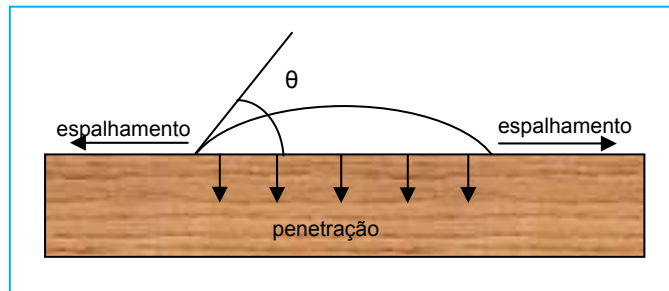


Fig. 2.5 – Molhabilidade de um adesivo sobre a superfície da madeira (*adaptado de Shi e Gardner, 2001*)

Inicialmente, o ângulo de contacto diminui rapidamente (fase de **espalhamento**), mas à medida que o tempo passa, o ângulo de contacto diminui lentamente e finalmente atinge o equilíbrio (fase de **difusão**) (*Sheldon et al., 2001*).

Wenzel (1936) mostrou que no caso dum sólido rugoso, o ângulo de contacto θ_r do líquido sobre o sólido está relacionado com o ângulo de contacto teórico θ_0 (ou intrínseco) através da relação seguinte:

$$r = \frac{\cos \theta_r}{\cos \theta_0} \quad (2.9)$$

na qual r é o factor de rugosidade que representa a relação entre a área da interface sólido/líquido real e a área aparente (geométrica) desta interface.

Para uma superfície lisa $r=1$ e para uma superfície rugosa $r>1$. Portanto se $\theta \leq 90^\circ$, o líquido penetra no sólido e vai preencher os espaços vazios, conduzindo à formação duma interface que pertence ao sólido mas também ao líquido e portanto o ângulo de contacto vai diminuir.

Se $\theta \geq 90^\circ$, o líquido não tem tendência para molhar o sólido e portanto a penetrar nos espaços vazios e então o ângulo de contacto será formado numa superfície composta por ar/sólido e portanto vai aumentar.

Uma vez que a madeira apresenta uma rugosidade orientada, pode-se introduzir o conceito de anisotropia do ângulo de contacto. Assim, o espalhamento segundo o fio da madeira é privilegiada, e a gota toma a forma seguinte (Figura 2.6):

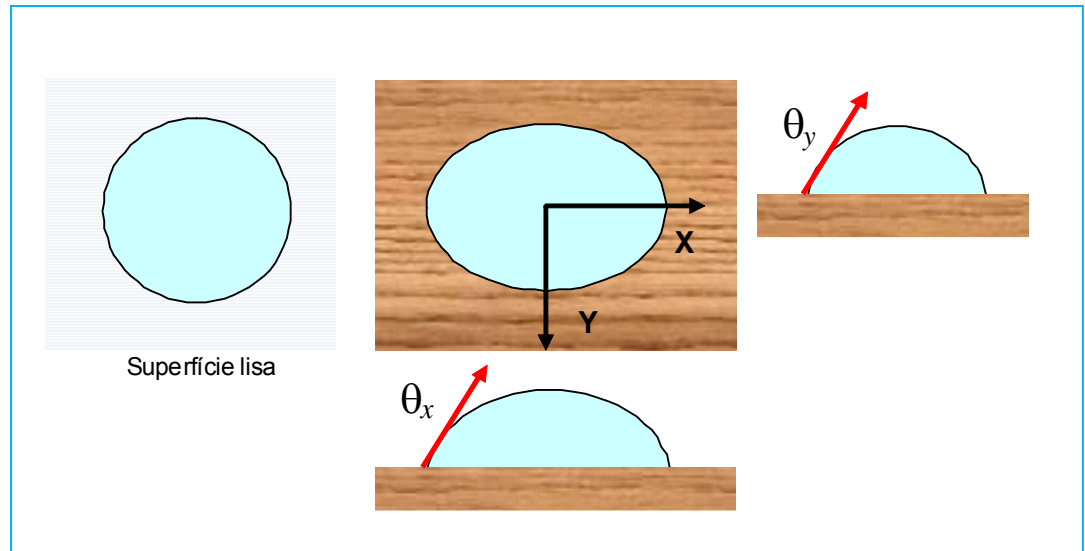


Fig. 2.6 – Anisotropia do ângulo de contacto na madeira.

Rosumek (1986) mostrou que θ_x não sofre a influência da rugosidade do suporte, e portanto a medição de θ_x dará uma medição do ângulo de contacto intrínseco líquido/ madeira.

No caso da madeira, o método da gota tem sido o mais utilizado para medir molhabilidade (Gray, 1962, Herczeg, 1965, Jordan e Wellons, 1977, Nguyen e Johns, 1979, Liptáková e Kúdela, 1994). No entanto, foram também usadas outras técnicas, nomeadamente o método de Wilhelmy (Johnson e Dettre, 1969 e Andrade et al., 1985). Este método não mede directamente o ângulo de contacto, mas estima-o a partir da medição da força que actua na amostra, quando esta é imersa ou retirada dum líquido (Walinder, 2000).

A medição precisa e directa dos ângulos de contacto usando um método óptico com vista à determinação das características termodinâmicas da superfície é muito difícil no caso da madeira, devido à sua heterogeneidade química, rugosidade, porosidade e natureza higroscópica (Scheikl e Wälinder, 2001). Para além das medições dos ângulos de contacto, existem outras técnicas para avaliar as propriedades de molhabilidade, energia de superfície, composição da superfície, por exemplo a cromatografia gasosa inversa (IGC), a espectroscopia do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), a ressonância magnética nuclear (NMR), a espectroscopia electrónica (ESCA). Outras técnicas como a microscopia de força atómica, a microscopia interfacial e a microscopia confocal permitem também medir as forças de adesão à escala molecular (Wälinder, 2001).

2.6 FACTORES QUE INFLUENCIAM A MOLHABILIDADE NA MADEIRA

São várias as propriedades e características da madeira que podem influenciar a molhabilidade e a colagem da madeira, em particular aquelas que têm influência na sua superfície.

A **densidade** varia conforme as espécies. As madeiras mais densas estão normalmente associadas a maiores retrações ou inchamentos o que influencia negativamente a resistência das juntas coladas. As madeiras mais densas são mais difíceis de colar devido a uma menos boa penetração do adesivo nas paredes celulares e torna-se necessária uma maior pressão na colagem, que promova o contacto entre as duas superfícies a colar.

A **porosidade** depende da orientação do veio e da textura, e afecta o escoamento do adesivo. Na secção transversal, a cola é mais rapidamente absorvida de modo que se obtém uma junta mais fina. Quando a porosidade é elevada a adição de cargas (materiais sólidos, inertes, adicionados ao adesivo, com objectivo de modificar a sua estabilidade ou outras características, ou a reduzir o custo) pode ser uma solução, obstruindo os espaços de modo a diminuir a porosidade.

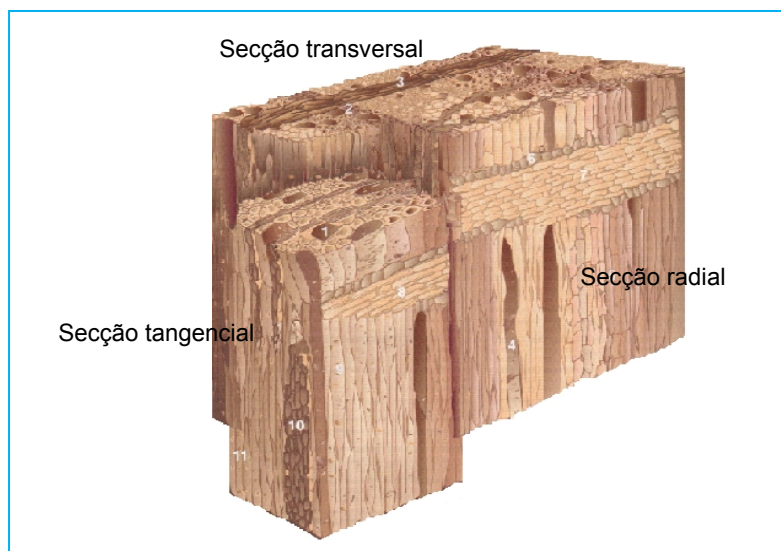


Fig. 2.7 – Três secções fundamentais da madeira (Esteban L. G. et al., 2003).

A **rugosidade** da madeira resulta não só da sua anatomia (vasos, células radiais, canais de resina, ...) mas também da preparação da sua superfície (corte, aplainamento, lixagem, ...). Uma rugosidade mais elevada pode afectar a colagem positivamente, uma vez que aumenta a superfície e as regiões para penetração e fixação do adesivo, mas também a pode afectar negativamente, por o contacto entre as superfícies a colar ser menor.

A **orientação do veio** também afecta a colagem. A penetração dos adesivos é maior ao longo do veio. As superfícies de anel ao alto são melhores do que as de anel deitado (melhor estabilidade dimensional). As peças coladas de canto devem ter a mesma orientação, ou só de anel deitado ou só de anel ao alto.

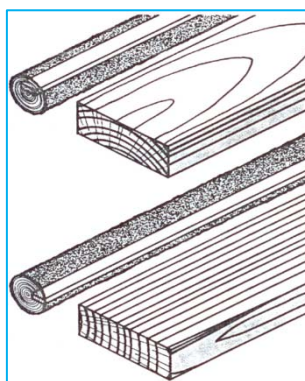


Fig. 2.8 – Anel deitado (cima) e anel ao alto (baixo).

Os **extractivos** pertencem quimicamente a três grandes grupos de substâncias: terpenos, resinas e fenóis, e afectam algumas propriedades da madeira (cor, cheiro, durabilidade, ...) e, logicamente, a molhabilidade. A sua composição e quantidade relativa, varia entre espécies, idade e origem. Os extractivos influenciam o comportamento da madeira à permeabilidade, que por sua vez está directamente ligada à molhabilidade. A acidez da superfície também interfere com a polimerização dos adesivos. Os extractivos solúveis na água podem ser dissolvidos nos adesivos aquosos, mas os extractivos insolúveis em água, como os terpenos e ácidos gordos, diminuem a molhabilidade.

O **envelhecimento** também influencia a molhabilidade e está relacionado com a migração dos extractivos. Isto é, a migração de extractivos hidrófobos ao longo do tempo prejudicam a molhabilidade por inactivação da superfície. Na indústria de lamelados-colados recomenda-se a utilização de superfícies frescas.

O **teor em água** da madeira influencia a molhabilidade e a colagem da madeira pois afecta:

- A evolução da viscosidade de algumas colas;
- O tempo aberto (tempo que medeia entre a aplicação do adesivo e a junção dos suportes);
- O tempo de cura (ou endurecimento) do adesivo;
- As tensões no plano de colagem, podendo originar fendas nas peças coladas;
- A resistência mecânica das juntas;

- O aparecimento de zonas descoladas devido à formação de vapor nas juntas.

Na colagem, as peças a colar deverão ter uma humidade tão próxima quanto possível da que irão continuar a ter em serviço.

Os **defeitos** da madeira também afectam a molhabilidade. A presença de nós, por exemplo, afecta a aptidão à colagem uma vez que estes absorvem a cola de maneira diferente. Os nós de pinho contêm grandes quantidades de resina diminuindo a tensão superficial e penetração do adesivo, diminuindo também a molhabilidade. Nestes casos recomenda-se que os nós devam ser selados com uma laca ou outros produtos formulados especialmente para impedir a exsudação de óleos e resinas.

Por fim, uma contaminação da superfície da madeira pode inactivá-la quimicamente, no que diz respeito à aderência dos adesivos por:

- Contaminantes químicos do ar (poeiras);
- Extractivos hidrófobos, quimicamente activos que migram para a superfície;
- Oxidação e pirólise dos sítios activos para ligação devido a secagem excessiva;
- Impregnação com produtos preservadores, ignífugos e outros produtos químicos.

A deterioração física e contaminação química vai interferir na molhabilidade, escoamento e penetração dos adesivos. Por isso, as superfícies devem estar limpas e sem poeiras.

2.7 ESTUDOS DE MOLHABILIDADE NA MADEIRA

Como foi referido, um melhor conhecimento do fenómeno de molhabilidade na madeira é importante para melhorar a interacção entre a madeira e os adesivos em aplicações que envolvem a colagem (Dunky, 1998). Portanto, a molhabilidade da madeira tem sido objecto de vários trabalhos de investigação, mas a sua natureza complexa causa dificuldades na aplicação de técnicas e métodos que são aplicados com sucesso a outros materiais.

A molhabilidade da madeira depende de vários factores: espécie de madeira, extractáveis presentes na madeira, anatomia da madeira, secagem de madeira, teor em água, temperatura e rugosidade da superfície (Maldas e Kandem, 1999). De facto, os valores das tensões superficiais críticas dos constituintes da madeira são bastante próximos (da ordem dos 30-40 mJ/m²) e portanto as diferenças de molhabilidade entre várias espécies não serão devidas a uma diferença de composição química, mas a diferenças de densidade, porosidade, natureza dos extractáveis (Hora de Carvalho, 1990).

Vários trabalhos publicados na literatura incidiram sobre a influência do envelhecimento, secagem e extractáveis na molhabilidade da madeira e na sua aptidão à colagem (Mantanis e Young, 1997, Scheikl e Dunky, 1998, Wålinder, 2000, Gindl et al. 2004).

Christiansen (1994) apresenta um resumo dos mecanismos responsáveis pelas modificações da superfície da madeira que podem influenciar as propriedades físicas e as propriedades de colagem:

- 1) migração de extractáveis hidrofóbicos durante a sua secagem;
- 2) oxidação;
- 3) fecho dos micro-poros na superfície da madeira que reduzem a penetração dos adesivos;
- 4) acidez e reactividade dos extractáveis que afectam a cura dos adesivos;
- 5) reorientação molecular de grupos funcionais na superfície.

A molhabilidade da madeira pelos adesivos tem sido também focada em alguns trabalhos (Elbez, 1978, Scheikl and Dunky, 1996). A composição do próprio adesivo tem influência na sua tensão superficial e portanto na sua penetração na superfície. Scheikl e Dunky (1996) mediram os ângulos de contacto de resinas UF de diferentes composições na madeira e concluíram que o seu comportamento de molhagem é sobretudo influenciado pela viscosidade das resinas. A interacção entre a resina UF e o pinho marítimo foi investigada por Rosumek e Elbez (1985), mas neste trabalho apenas foram analisados os parâmetros relacionados com a madeira (madeira inicial/madeira final, teor em água).

O ângulo de contacto de um líquido sobre a superfície de um sólido é geralmente considerado como um método conveniente de medida da molhabilidade (*Carvalho, 1990*).

O método da gota (Sessile Drop Method) é um dos mais utilizados para medir a molhabilidade da madeira, considerando as medições directas do perfil da gota depositada sobre uma superfície horizontal ou inclinada (*Coelho, 2005*).

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 ORIGEM DO MATERIAL

3.1.1 MADEIRAS

Para a realização deste trabalho, foi utilizada madeira proveniente de um produtor de aglomerado de partículas – “Sonae Indústria”, de modo a ser representativa do “mix” (espécies/origens) de madeira industrialmente utilizado.

Para estudo, foram recolhidas amostras em forma de rolaria de pinho, pinho ardido em fogos florestais, eucalipto e eucalipto ardido em fogos florestais. As amostras foram obtidas no parque de madeiras da fábrica de Oliveira do Hospital da “Sonae Indústria”, pelo que se desconhece a origem, idade e condições de crescimento das árvores.

Da rolaria foram preparados provetes em número e dimensões específicos para cada ensaio (ex.: anatómico, físico, mecânico).

Devido à variabilidade dentro da própria árvore, todos os provetes foram devidamente identificados (ex.: borne ou cerne).

Para todas as amostras prepararam-se os seguintes provetes:

- Para observação macroscópica: 2 provetes de 15x3x1,5 cm, por cada espécie (pinho e eucalipto);
- Para observação microscópica: 2 provetes de 1,5x1,5x3 cm (dimensões adequadas ao microtomo existente no ISA - UTL), para o pinho, pinho ardido e eucalipto;
- Para a determinação da distribuição do tamanho dos poros: uma rodela de eucalipto, uma rodela de pinho e uma rodela de pinho ardido;
- Para os restantes ensaios foram preparados grupos de 10 provetes de 10x2x0,5 cm, de acordo com a seguinte tabela:

Tab. 3.1– Grupos de provetes com dimensões 10x2x0,5 cm.

	Sem Tratamento	Secagem Excessiva	Extracção com Água	Envelhecimento
Pinho Ardido	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Pinho	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
Eucalipto Ardido	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12
Eucalipto	Grupo 13	Grupo 14	Grupo 15	Grupo 16
Pinho/Lenho Adulto	Grupo 18	—	—	—
Pinho (Lenho de Início)	Grupo 19	—	—	—
Pinho (Lenho Final)	Grupo 20	—	—	—

A cada um destes provetes, devidamente identificados, foram feitos os seguintes ensaios:

- Determinação da rugosidade;
- Medição dos ângulos de contacto;
- Ensaios mecânicos às colagens.

De cada grupo, foi retirado um provete para determinação do teor em água.

Todos os provetes foram cortados no Laboratório de Tecnologias das Industrias da Madeira existente no Departamento de Engenharia de Madeiras da Escola Superior de Tecnologia de Viseu.

3.1.2 RESINAS

Os painéis de derivados de madeira são produzidos a partir de partículas (aglomerado de partículas), de fibras (MDF) ou de folha de madeira (contraplacado), sendo usada uma resina termoendurecível como ligante. As resinas mais utilizadas no fabrico destes produtos são as resinas de ureia-formaldeído, devido à sua excelente adesão aos produtos lenho-celulósicos, excelente coesão interna, facilidade de manuseamento e de aplicação, ausência de cor após endurecimento e baixo preço. No mundo são produzidas por ano cerca de 6000 milhões de toneladas de resina de ureia-formaldeído (Cost, 2001), sendo em Portugal produzidas cerca de 200 mil toneladas. A quase totalidade da produção nacional é consumida na fabricação de painéis de madeira.

As principais limitações ao emprego das resinas de ureia-formaldeído são a sua baixa durabilidade, sobretudo em ambiente húmido e a emissão de formaldeído para a atmosfera. Este último problema, resultante de restrições ambientais impostas por novas normas europeias, das quais resulta o controlo rigoroso da emissão de formaldeído na aplicação destas resinas nos vários produtos, por serem prejudiciais à saúde.

As resinas analisadas neste trabalho, denominadas por R345, R360 e R366, são usadas na produção de aglomerado de partículas da “Sonae Indústria” e têm as seguintes características técnicas:

Tab. 3.2 – Características técnicas das resinas R345, R360 e R366.

	R 345	R 360	R 366
Tipo	Resina ureica em solução aquosa	Resina ureica em solução aquosa	Resina ureica em solução aquosa
Aplicações	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Fabrico de aglomerado de madeira, contraplacado, lamelado e folheado ✘ Indústria de mobiliário e carpintaria ✘ Colagem de laminado de aglomerado de cortiça ✘ Fabrico de abrasivos flexíveis 	✘ Fabrico de aglomerado de partículas e fibras de madeira de baixo teor em formaldeído livre	✘ Fabrico de aglomerado de partículas e fibras de madeira
Aspecto	Branco leitoso	Branco leitoso	Branco leitoso
pH	8,0 ± 0,5	8,5 ± 1,0	8,0 – 9,5
Viscosidade	250 ± 100 mPa.s	225 ± 75 mPa.s	150 - 350 mPa.s
Reactividade	45 ± 10 s	80 ± 30 s	50 - 110 s
Teor em sólidos	63 ± 1 %	64 ± 1 %	63 - 65 %
Densidade	1,270 ± 0,010	1,275 ± 0,010	1,265 – 1,285
Tempo de armazenagem	Superior a 30 dias	Mínimo 15 dias	Mínimo 15 dias

Todas elas são resinas ureicas em solução aquosa. A resina R360 tem uma razão molar formaldeído-ureia baixo (F/U) e portanto é usada na produção de aglomerado de fibras e de fibras de madeira de baixo teor em formaldeído livre. Para limitar o envelhecimento das resinas, estas foram armazenadas no frigorífico a 2°C.

Síntese da resina UF

A reacção de síntese das resinas UF é realizada em duas etapas: adição e condensação.

A etapa de adição é realizada em meio neutro ou ligeiramente alcalino. A ureia reage com o formaldeído formando derivados metilol (monometilolureia, dimetilolureia, trimetilolureia e tetrametilolureia (não com tanta frequência)) (Tomita e Hirose, 1976). Na etapa de condensação, o sistema é acidificado para se conseguir a condensação das metilolureias por via das reacções entre os seus grupos metilol e as suas amidas primárias e secundárias. O crescimento das macromoléculas é obtido através da formação de pontes éter ($\text{CH}_2\text{-O-CH}_2$) ou pontes metileno ($-\text{CH}_2-$).

Na seguinte figura é possível observar um esquema simplificado da síntese da resina UF.

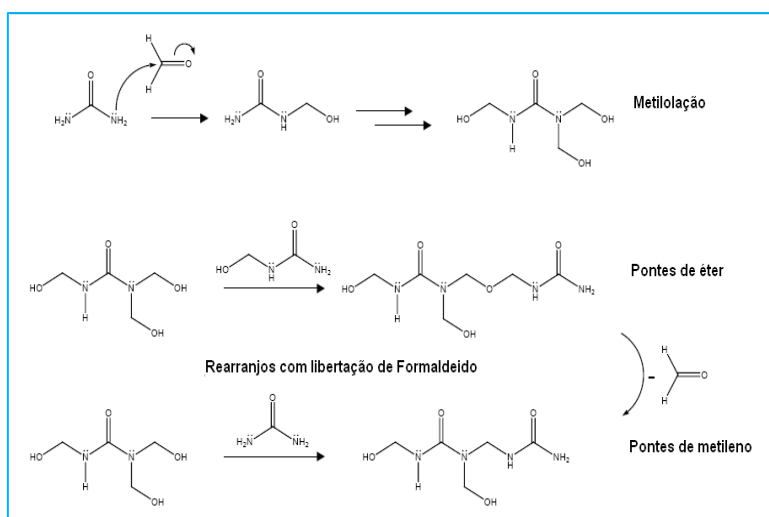


Fig. 3.1 – Síntese da resina UF (Kandelbauer, 2005).

Durante o fabrico, as reacções de síntese são seguidas por viscosimetria; as reacções prosseguem até se atingir a viscosidade desejada. Nesta altura as reacções são bloqueadas por neutralização, obtendo-se uma mistura complexa de moléculas de diversos tamanhos e de diferentes graus de condensação, dependendo das condições de fabrico (Carvalho, 1999). O problema de análise da síntese da resina UF é devido a esta ser uma mistura muito complexa com: 1) reacções reversíveis (libertação de formaldeído); 2) rearranjos estruturais; 3) diferentes tipos de ligações (metileno, éter-metileno); 4) diferentes monómeros (grau de metilolação: monometilolureia, dimetilolureia e trimetilolureia) (Kandelbauer, 2005).

Os parâmetros mais importantes na síntese da resina UF são:

- Pureza das matérias-primas: i.e. formaldeído e ureia;
- Razão molar F/U;
- Processo de preparação: i.e. programa de pH, programa de temperaturas, tipo e quantidades da catálise alcalina e ácida, sequência da adição das diferentes matérias-primas e duração dos passos do processo de preparação.

Reticulação da resina UF

A utilização posterior do adesivo (resina UF) consiste na reticulação tridimensional da resina (Figura 3.2). Esta reacção é acelerada pela elevação da temperatura e é catalisada por um ácido (endurecedor), o mais utilizado é o cloreto de amónia (NH_4Cl). A policondensação das resinas UF é extremamente sensível às variações de pH, aumentando muito com a diminuição do pH, ou seja, adição de endurecedor (Carvalho, 1999). Durante a prensagem a quente dois processos têm lugar:

- 1) cura química da resina termoendurecível;
- 2) formação de uma força de ligação entre os dois aderentes (endurecimento mecânico)

(Dunky, 2004).

Por essa razão, o pH e a capacidade tampão da superfície da madeira, pode afectar a reticulação da resina UF (Pedieu, 2008).

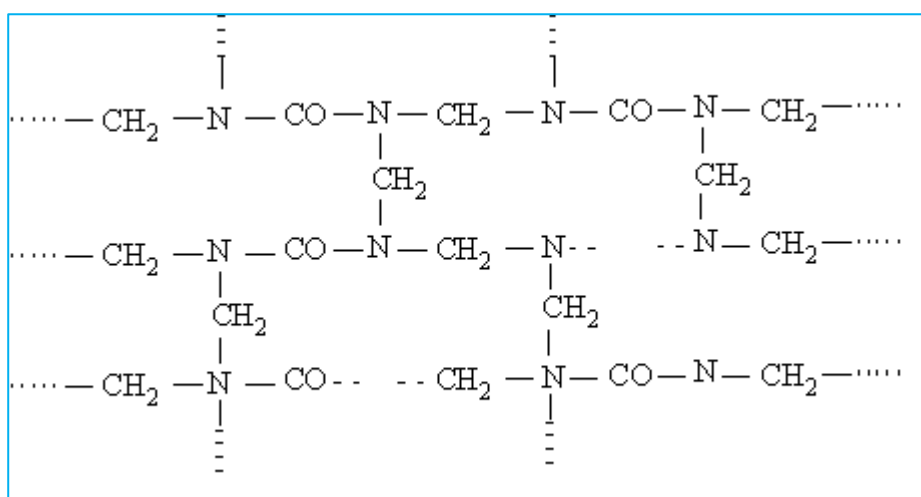


Fig. 3.2 – Estrutura da resina UF reticulada.

Caracterização da resina

Para caracterizar a resina UF líquida, várias ferramentas tem sido usadas, nomeadamente ^{13}C -NMR (Carbon Nuclear Magnetic Resonance) (Ebdon e Heaton, 1977, Kim e Amos, 1990) e FTIR (Myers, 1981, Jada, 1990) para investigação da estrutura da resina, e SEC (Katuscák et al, 1981, Billiani et al, 1990) para determinação dos pesos moleculares médios (MW) e da distribuição dos pesos moleculares (MWD). Mais recentemente, as capacidades da espectroscopia FT-NIR (Fourier Transform Near-Infrared) têm sido exploradas, esta técnica tem mostrado ser útil para monitorizar on-line o consumo dos grupos $-\text{NH}_2$ durante as etapas iniciais da síntese (Minipoulou et al, 2003).

O estudo da cura das resinas é mais difícil uma vez que a insolubilidade dos produtos é uma limitação importante para a utilização de certas técnicas de análise (Carvalho et al, 2006).

Recentemente várias técnicas experimentais tais como ^{13}C -NMR (Maciel, 1983, Tohmura et al, 2000) no estado sólido e FTIR (Myers, 1981) permitiram uma melhor compreensão da cura ácida a alta temperatura da resina UF. A cura química pode ser monitorizada por DSC (Chow e Steiner, 1975, Szesztay et al, 1993) permitindo estimar o grau da cura química, assim como o calor da reacção. A cura mecânica pode ser monitorizada por TMA (Thermal Mechanical Analysis) (Ebwele et al, 1994, Yin, 1994), DMA (Dynamic Mechanical Analysis) (Umemura et al, 1996) ou ABES (Automatic Bonding Evaluation System) (Humphrey, 1999).

A espectroscopia Raman foi utilizada por Hill et al. (1984), na determinação da estrutura da resina UF curada. Uma vantagem desta técnica é a possibilidade de análise da resina líquida, resina curada ou mesmo da resina curada em painéis de madeira. Verificaram também que esta técnica permite observar a evolução relativa dos grupos metilol e metileno, pois estas bandas aparecem bem resolvidas. Estes investigadores concluíram que esta técnica poderia ser promissora como complemento do infravermelho ou da NMR de estado sólido. Contudo, ainda existem algumas dúvidas na atribuição de algumas bandas e o efeito da fluorescência na intensidade dos picos inviabilizava a análise quantitativa.

Outra técnica, muito recente, que ainda não foi utilizada para a análise das resinas UF é a espectroscopia de massa MALDI-TOF (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight) pode ser usada para investigar a distribuição dos pesos moleculares. Nesta técnica o polímero é dispersado numa matriz – composto absorvedor de UV; quando este é bombardeado por uma laser, a energia absorvida é capaz de vaporizar algumas moléculas do polímero entre os dois eléctrodos de alta voltagem. O campo eléctrico entre os eléctrodos acelera as moléculas do polímero, que baterão no detector com aceleração inversamente proporcional a massa molar. Esta técnica foi usada para analisar as resinas MUF por Zanetti et al (2002).

O envelhecimento destas resinas e a sua morfologia são aspectos críticos (*Ferra e tal, 2008*).

A formação de partículas coloidais seguida da sua aglomeração tem mostrado ser o caminho normal do envelhecimento das resinas aminoplásticas, nomeadamente nas UF, MF (melanina - formaldeído) e MUF (melamina – ureia – formaldeído). O envelhecimento causa o branqueamento da resina, isto é a indicação macroscópica da formação de partículas coloidais e seus aglomerados (*Zanetti et al, 2002, Zanetti e Pizzi, 2004, Despres e Pizzi, 2006*).

Os agregados coloidais da resina UF fresca tem a forma de filamentos, mas com o envelhecimento vão se formando super agregados com forma globular, que são representativos do verdadeiro início da gelificação física da resina, (*Despres e Pizzi, 2006*).

3.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS - DETERMINAÇÃO DO SEU TEOR EM ÁGUA

A rolaria utilizada pela “Sonae Indústria” na produção de aglomerado de partículas tem dimensões variáveis, sendo, no entanto, dominante a rolaria de diâmetro inferior a 15 cm.

Para este trabalho foram-nos fornecidos pela “Sonae Indústria” oito rolos de aproximadamente 230 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro. Dois rolos eram de pinho (“*Pinus Pinaster*”), dois de pinho ardido em fogos florestais, dois de eucalipto (“*Eucalyptus Globulos*”) e dois de eucalipto ardido em fogos florestais.

Cada rolo foi cortado e dividido em 4 com aproximadamente 50 cm de comprimento, ficando durante 5 semanas armazenados no Laboratório de Tecnologia das Industrias da Madeira, à temperatura ambiente.



Fig. 3.3 - Laboratório de Tecnologia das Indústrias da Madeira

Após as cinco semanas os rolos de madeira foram cortados longitudinalmente em pranchas, de aproximadamente 50 cm de comprimento, largura variável e espessura igual a 0,5 cm. Das pranchas cortaram-se tiras e de cada tira obtiveram-se em média 5 provetes de 10x2x0,5 cm (Figura 3.2.2).

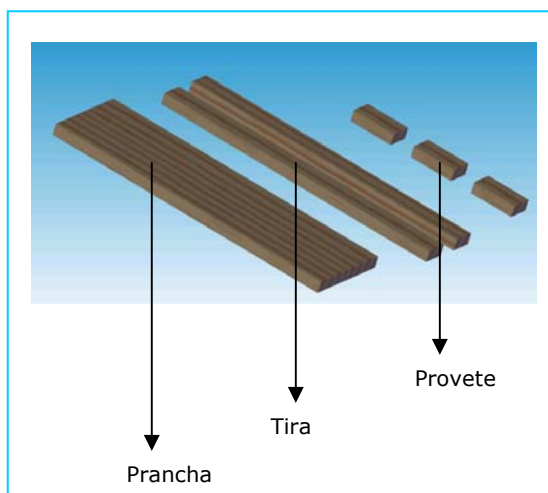


Fig. 3.4 - Esquema demonstrativo do sectionamento dos provetes

De modo a diminuir a variabilidade inerente à madeira e analisar os diferentes tratamentos a que os provetes foram sujeitos, de cinco provetes cortados pela mesma tira, um deles foi utilizado para determinação do teor de humidade, um foi sujeito a secagem excessiva, um a extracção com água, um foi envelhecido e um mantêve-se sem algum tratamento.

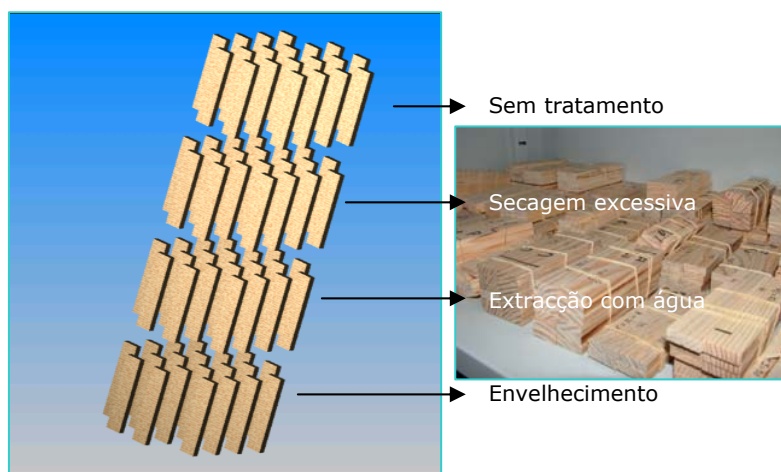


Fig. 3.5 - Esquema demonstrativo da divisão dos provetes por grupos

Uma das principais propriedades da madeira é a sua **higroscopicidade**, que pode ser definida como a variação da massa volúmica que se dá quando a humidade do material varia de pelo menos 1%. Da humidade da madeira, dependem quase todas as suas propriedades, sendo a sua determinação indispensável quando se pretende conhecer as aplicações tecnológicas das madeiras, pois a conservação, abertura de fendas, deformação de peças, resistência mecânica, ..., dependem do teor em água da madeira (Bessa, 1999).

O teor em água de um provete de madeira é o quociente, expresso em percentagem, da massa da água que se evapora do material por secagem a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ até valor constante, pela massa do provete depois de completamente seco (NP 614), podendo-se expressar do seguinte modo:

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100, \quad (3.1)$$

onde m_1 é a massa do provete húmido (g) e m_2 é a massa do provete completamente seco (g).

Na seguinte tabela apresentam-se os valores médios de teor em água determinados:

Tab. 3.3 – Teor em água médio para os vários grupos de amostras.

	Teor em água (%)			
	Sem Tratamento	Secagem Excessiva	Extracção com Água	Envelhecimento
Pinho Ardido	10,40	10,12	10,70	10,44
Pinho	10,25	9,82	10,42	10,25
Eucalipto Ardido	9,83	9,65	9,69	10,30
Eucalipto	10,23	10,12	10,29	9,96

3.2.1 SECAGEM A ELEVADAS TEMPERATURAS

Os tratamentos a que as amostras foram submetidas, antes de ensaiadas, foram pensados de modo a simular as diversas condições de armazenamento assim como as diversas operações a que as madeiras são submetidas (lavagem, secagem, ...) antes da encolagem no fabrico dos aglomerados de partículas. Como tal as amostras foram divididas por 16 grupos de 10 provetes e, como já foi dito, cada espécie ou tipo de madeira (pinho, pinho queimado, eucalipto e eucalipto queimado) foi sujeita a secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento, mantendo-se um grupo por espécie sem algum tratamento (cortadas um dia antes da realização dos ensaios).

A secagem excessiva foi realizada em estufa a 140°C durante 15 min, após o qual se aguardou dois dias antes dos ensaios realizados, para que os provetes pudessem atingir um equilíbrio com o ambiente.

3.2.2 EXTRACÇÃO COM ÁGUA

A extracção com água consistiu em imergir as amostras em água fria durante uma semana. Para evitar que os extractivos se depositassem nas superfícies exteriores das amostras, a água foi mudada todos os dias durante a respectiva semana. Após a extracção as amostras foram secas ao ar durante mais uma semana, ao abrigo da luz.

3.2.3 ENVELHECIMENTO

Para estudar o envelhecimento da superfície, as amostras foram expostas à luz solar, perto de uma janela durante três a quatro semanas.

3.3 ANÁLISE ANATÓMICA

Para observação microscópica da madeira em estudo, prepararam-se três provetes de pinho, eucalipto e pinho ardido, com dimensões de aproximadamente 1,5x1,5x3 cm. O corte dos provetes realizou-se de modo a se conseguir visualizar bem uma secção transversal, e duas longitudinais (radial e tangencial).

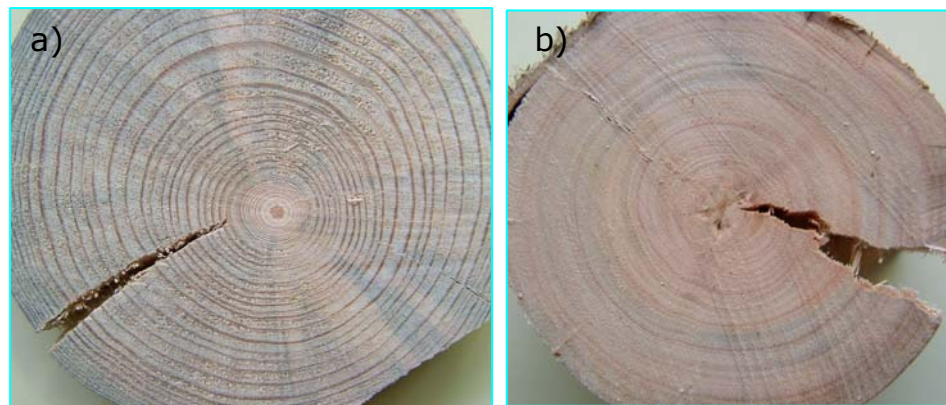


Fig. 3.6 - Corte transversal de pinho (a) e eucalipto (b).

De seguida, a madeira foi sujeita a um tratamento que possibilitasse a obtenção dos seus cortes histológicos no micrótopo existente no ISA (Figura 3.7). Esse tratamento consistiu em:

- 1º) Imergir os provetes em água destilada durante 24 horas;
- 2º) Fervê-los numa panela de pressão, também em água destilada e durante aproximadamente uma hora;
- 3º) Conservá-los numa solução com $\frac{1}{2}$ de glicerina e $\frac{1}{2}$ de álcool a 70°.

Foram então efectuados os cortes histológicos com aproximadamente 18 μm de espessura, cortes esses sujeitos aos seguintes passos com vista à obtenção das lamelas para posterior análise microscópica:

- 1º) Foram imergidos numa solução de água destilada com umas gotas de ácido acético durante cerca de 15 min (possibilitando uma melhor fixação do corante a aplicar);
- 2º) Foram colorados com safranina durante 1 a 2 min (para melhor visualização dos elementos estruturais);
- 3º) Foram imergidos em água destilada durante 5 min;

4º) Para a eliminação do excesso de corante, passaram por álcool a 90° (5 min), álcool a 95° (5 min) e álcool absoluto (5 min).



Fig. 3.7 – Micrótomo

Finalmente, os cortes foram colocados e fixados nas lâminas com a aplicação de uma gota de euparal, deixando-se secar durante uns dias.

A análise microscópica foi realizada com um microscópio óptico com captação de imagem através de uma câmara de vídeo incorporada de software da “Pinnacle Studio versão 8.1.1”, do Laboratório de Xilologia do Departamento de Engenharia de Madeiras da Escola Superior de Tecnologia de Viseu.

Nas figuras seguintes podem-se observar os diversos cortes histológicos de pinho, pinho ardido e eucalipto:

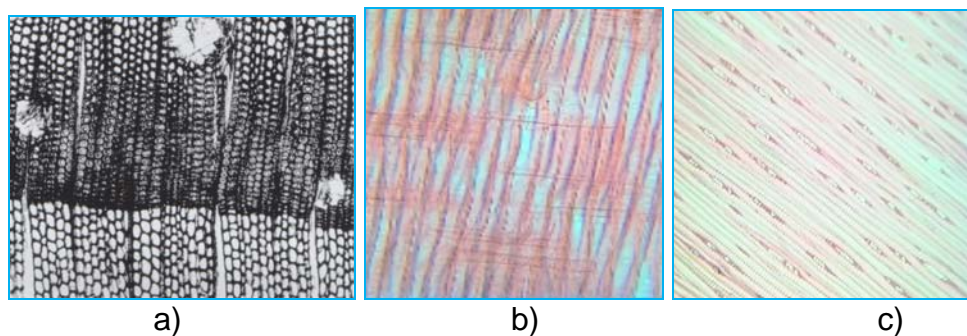


Fig. 3.8 a) - Plano transversal, b) - Plano radial, c) - Plano tangencial, do pinho (*Pinus pinaster*)

Macroscopicamente, podemos observar no pinho, camadas de crescimento muito distintas, transição mais ou menos gradual do lenho inicial para o final. O parênquima e os raios são indistintos à vista desarmada. Os canais de resina longitudinais são grandes e numerosos bem distintos à vista desarmada, encontram-se sobretudo no limite do lenho inicial e final.

Microscópicamente são visíveis traqueídeos verticais com grandes pontuações areoladas unisseriadas. Os raios lenhosos são heterogêneos unisseriados e fusiformes. Parênquima vertical ausente, canais de resina verticais numerosos e grandes com células epiteliais normalmente na zona de transição dos lenhos, sendo os canais horizontais muito pequenos e inclusos nos raios.

Na figura a seguir apresentam-se os cortes transversal, radial e tangencial do pinho queimado:

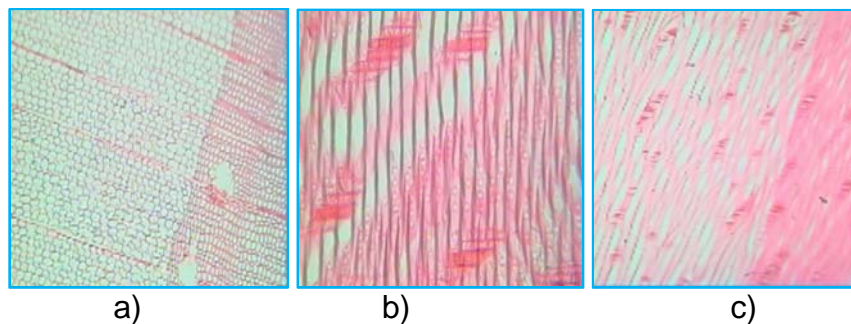


Fig. 3.9 a) - Plano transversal, b) - Plano radial, c) - Plano tangencial, do pinho queimado

Através da análise de vários cortes histológicos efectuados ao pinho queimado foi possível concluir que não houve alteração da estrutura celular do material analisado.

Na figura a seguir apresentam-se os cortes transversal, radial e tangencial do eucalipto:

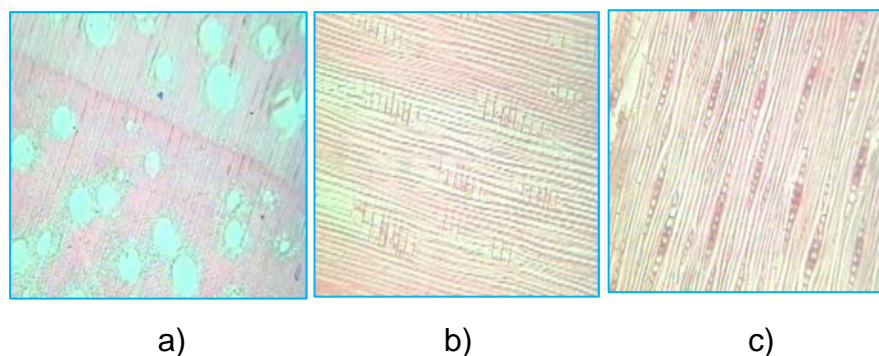


Fig. 3.10 a) - Plano transversal, b) - Plano radial, c) - Plano tangencial, do eucalipto (*Eucalyptos globulus*)

Macroscopicamente, no eucalipto podemos observar camadas de crescimento distintas, mas as zonas de Primavera e de Outono são indistintas. A porosidade é difusa, de poros grandes, solitários, circulares e pouco numerosos. O parênquima é distinto, paratraqueal, por vezes confluyente nas fiadas oblíquas e abundante. Os raios lenhosos são estreitos, pouco distintos à vista desarmada.

Microscópicamente, são visíveis vasos normalmente solitários, circulares ou ovais, dispostos em fiadas oblíquas rodeados por células de parênquima radial, com perfurações simples e pontuações intervasculares isoladas de aréola e abertura elíptica, as pontuações das células de parênquima são simples. Parênquima paratraqueal, vasicêntrico, aliforme e, por vezes confluyente segundo as linhas oblíquas dos vasos. Raios simples, unisseriados por vezes bisseriados e homogêneos. Fibras liberiformes, fibro-traqueídeos e traqueídeos vasicêntricos.

3.4 DETERMINAÇÃO DA MASSA VOLÚMICA E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DOS POROS

Tanto a densidade como a porosidade são propriedades físicas da madeira que se relacionam, e são de grande importância na caracterização de madeiras. A densidade é talvez a mais importante de todas as propriedades físicas da madeira, sendo também aquela que pode ser determinada de forma mais rápida.

A massa volúmica de um corpo é definida como a massa contida numa unidade de volume de um material (Tsoumis, 1991). O facto de a madeira não ser um material homogéneo e apresentar propriedades higroscópicas, faz com que a densidade da madeira varie de um ponto para outro, o que obriga a que, quando se fala da sua densidade se deva ter em conta que é a densidade média, devendo ainda referir-se o seu teor em água (Bessa, 1999).

A massa volúmica é definida como sendo o quociente da massa do provete (g) pelo seu volume (cm^3) expressa em g/cm^3 , para determinado teor em água (NP - 616).

Existem várias maneiras de expressar a massa volúmica da madeira e as mais utilizadas são:

- *Massa volúmica básica*, definida como a relação entre a massa seca, isto é, com teor de humidade de 0%, e o volume de madeira saturada em água;

- *Massa volúmica aparente*, definida como a relação entre a massa e o volume determinados nas mesmas condições de humidade. Usualmente considera-se a massa volúmica normal ou de referência aquela a que se refere ao teor em água de 12%;

- *Massa volúmica anidra* ou *massa volúmica a 0%*, definida como a relação entre a massa e o volume obtidos para uma humidade de 0% (ou seja, determinados após secagem da amostra em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$) (Moura, M. J. e Figueiredo, M. M., 2002).

A densidade da madeira (ou massa volúmica) é, na sua enorme variabilidade entre espécies, dentro de espécies, ou dentro das árvores, uma complexa resultante de diferenças biológicas e variáveis fisiológicas sob as quais o lenho se forma nas árvores (Lousada e Fonseca, 2000). A proporção entre lenho inicial e final pode ser afectada pela duração dos períodos de crescimento, condições climáticas e disponibilidade do solo em água e nutrientes (Bessa, 1999).

De facto, é precisamente entre o lenho inicial e final onde a variabilidade da madeira mais se nota. As células de lenho inicial têm diâmetros radiais maiores com menor espessura da parede celular, as células de lenho final são numerosamente mais reduzidas, com diâmetros radiais menores mas cuja espessura da parede celular é maior. Isto reflecte-se na densidade, ou seja, a densidade do lenho final apresenta valores superiores à do lenho inicial, já que a relação entre volume da parede celular e a porosidade é maior.

Com o desenvolvimento da árvore, o lenho formado em diferentes períodos de crescimento é diferente. O lenho localizado junto à medula é normalmente designado por lenho juvenil e é caracterizado por apresentar uma baixa percentagem de lenho final, entre outras características. Esta baixa percentagem de lenho final vai reflectir-se na densidade, que é mais baixa no lenho juvenil, onde o lenho inicial predominante é menos denso. Nicholls (1970) refere que nos primeiros 15 anos de uma árvore a percentagem de lenho final varia de 10% a 27%, seguindo um modelo de variação da densidade básica de 0,42 a 0,49 (para resinosas).

Como já foi dito, o teor em água tem enorme influência na massa volúmica. No cerne das resinosas existe uma humidade mais baixa que no borne. Nas folhosas as diferenças não são tão pronunciadas, podendo até, por vezes, apresentar uma situação inversa (Bessa, 1999). Como tal, a variação da densidade média da madeira nas resinosas não é tão elevada como entre folhosas (0,2 – 1,2), os seus limites rondam os 0,4 e 0,7 (Lousada et al, 1994).

Nas seguintes tabelas apresentam-se os valores de massa volúmica aparente, para a madeira de borne e de cerne do pinho e do eucalipto estudados:

Tab. 3.4 – Massa volúmica aparente para uma amostra de 10 provetes, para o borne e para o cerne (pinho).

	Pinho	
	Borne	Cerne
Massa volúmica aparente (g/cm ³)	0,72	0,66

Tab. 3.5 – Massa volúmica aparente para uma amostra de 10 provetes, para o borne e para o cerne (eucalipto).

	Eucalipto	
	Borne	Cerne
Massa volúmica aparente (g/cm ³)	0,75	0,73

No entanto, os volumes medidos contabilizam sempre a porosidade da madeira.

A porosidade da madeira (p), é definida como sendo a fracção de volume de vazios e é expressa matematicamente por:

$$p = 1 - V_f, \quad (3.2)$$

onde V_f é a fracção volúmica de matéria da parede celular.

Se determinadas tanto a massa volúmica da matéria da parede celular como o teor em água da madeira, a fracção volúmica da parede celular pode ser determinada pelo seguinte:

$$V_f = G \left(\frac{1}{\rho_c} + \frac{0,01}{G_s} \mu \right), \quad (3.3)$$

onde G é a densidade a um determinado teor em água μ , G_s é a densidade da água a um determinado teor em água μ , μ é o teor em água, inferior a 25%, e ρ_c é a massa volúmica da matéria da parede celular (*J. M. Dinwoodie, Timber, its nature and behaviour*).

Como já foi dito, a porosidade é definida como sendo a fracção volúmica de vazios. No caso da madeira, os espaços vazios incluem os lúmenes de vasos e fibras e, ainda, poros existentes na parede das células (*Moura, M. J. e Figueiredo, M. M., 2002*). Apesar da importância desta propriedade física, os estudos publicados sobre a porosidade da madeira são ainda escassos.

Neste trabalho não se determinou a porosidade da madeira mas sim a distribuição e tamanho dos poros em secção transversal, com o objectivo de avaliar a sua evolução da medula até à casca.

Para a análise da distribuição do tamanho dos poros, a madeira foi previamente preparada da seguinte forma:

- Foram cortadas três rodela, uma de pinho, uma de pinho queimado e uma de eucalipto, de seguida foi-lhes aplicada uma cera branca e, por fim, foram polidas. Deste modo tornou-se claramente visível a distribuição dos poros na rodela, identificados pela cor branca (Figura 3.4.1).

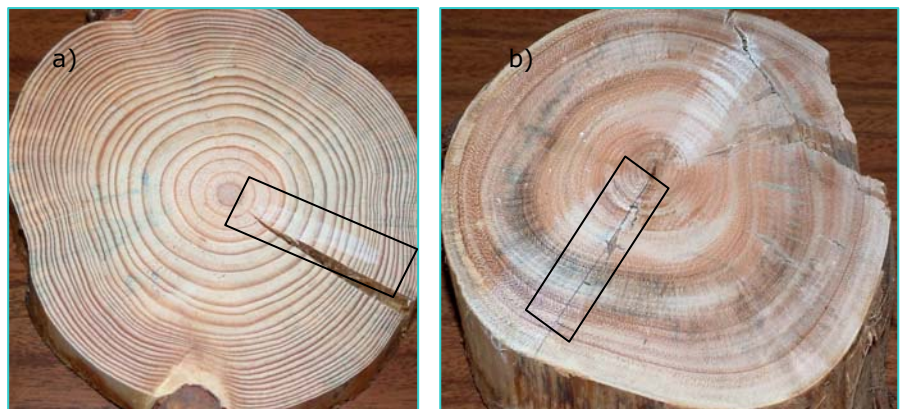


Fig. 3.11 – Rodelas de pinho (a) e eucalipto (b) após aplicação de cera branca

A observação visual das duas rodelaas realizou-se utilizando um microscópico óptico, modelo Olympus SZH 10, com uma câmara de vídeo incorporada, modelo JVC TK – C1380.



Fig. 3.12 – Microscópico Olympus SZH 10, com câmara de vídeo incorporada, usado na observação visual das rodelaas de pinho e eucalipto.

A determinação do tamanho e distribuição dos poros foi efectuada com um software de análise de imagens Leica Qwin. As imagens são tratadas de modo a eliminar zonas brancas devidas a erros de imagens (riscos derivados do polimento ou outros erros). Essas zonas são “pintadas manualmente” de outra cor que não a branca (Fig. 3.13). Após este passo, o software detecta a área de cor branca, ou seja, a área relativa aos poros, e calcula o seu somatório.

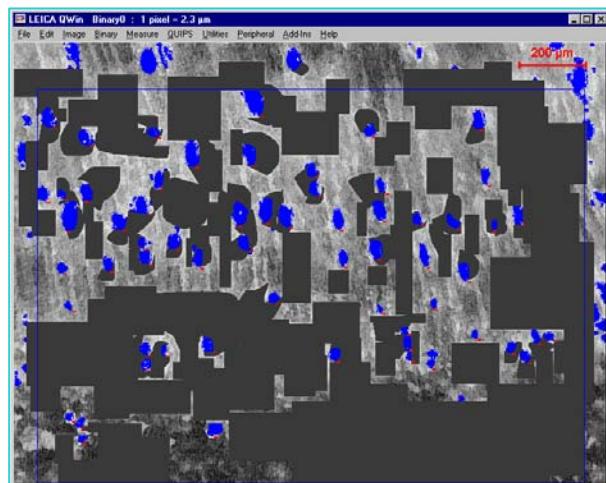


Fig. 3.13 – Tratamento de imagem.

As medições foram feitas após uma calibração com uma régua graduada (lâmina de calibração), donde resulta que:

- Para uma ampliação de 50x: 1 pixel corresponde a 2,30 μm ;
- Para uma ampliação de 30x: 1 pixel corresponde a 3,83 μm .

A área de alcance e medição do software é de 706x512 pixels, o que corresponde a 1.912.186,88 μm^2 para uma ampliação de 50x.

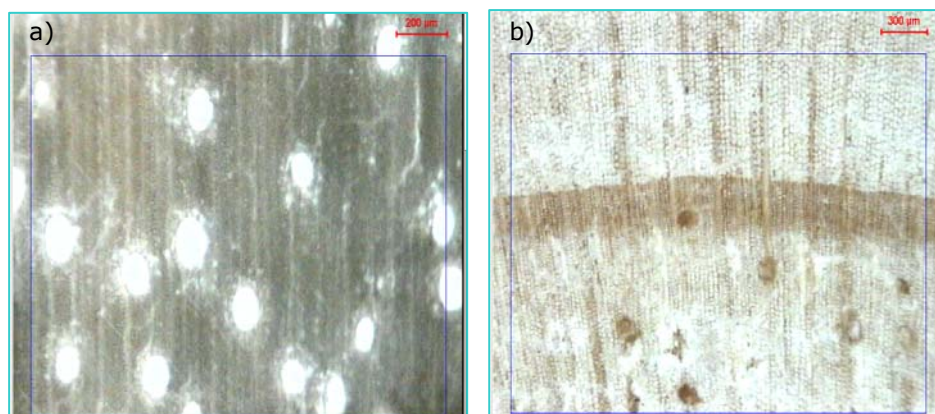


Fig. 3.14 - Área de medição da porosidade com barra graduada, para uma ampliação de 50x - a) madeira de pinho; e de 30x - B) madeira de eucalipto.

Para os dois tipos de madeira foram efectuadas leituras em 6 zonas da rodela, no sentido da medula até à casca (Fig. 3.15):

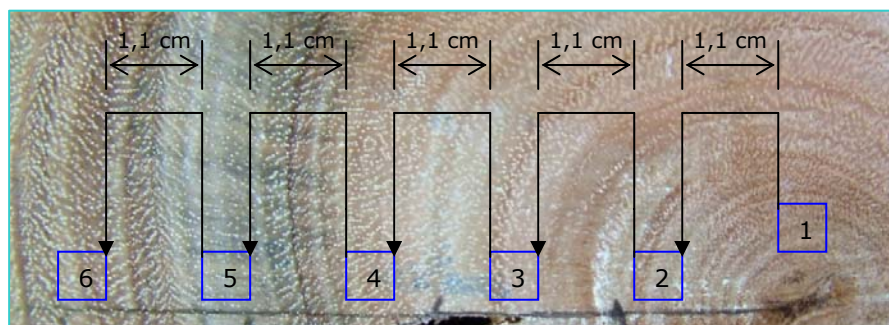


Fig. 3.15 - As seis áreas de medição da porosidade, no sentido medula - casca, distanciadas entre si por 1,1 cm.

Os vasos são estruturas que surgem em todas as folhosas (pode haver exceções), e são um elemento de diferenciação entre folhosas e resinosas. Os poros visualizam-se pelo seccionamento dos vasos no plano transversal e o tipo de porosidade varia consoante a forma como os vasos se dispõem nessa mesma secção.

Nas resinosas, o tipo de porosidade não se determina pelo seccionamento dos vasos, já que estas espécies são isentas deles, mas sim pelo seccionamento de outros tipos de células.

Ao analisar as imagens adquiridas a partir das rodelas de pinho, pinho queimado e eucalipto (Fig.s 3.16, 3.17, 3.18), verificou-se a impossibilidade de determinação das áreas dos poros em ambas as amostras de pinho, pelo método apresentado, devido ao tipo de porosidade que o caracteriza, isto é, uma porosidade difusa, com numerosos poros de diâmetro bastante reduzido.

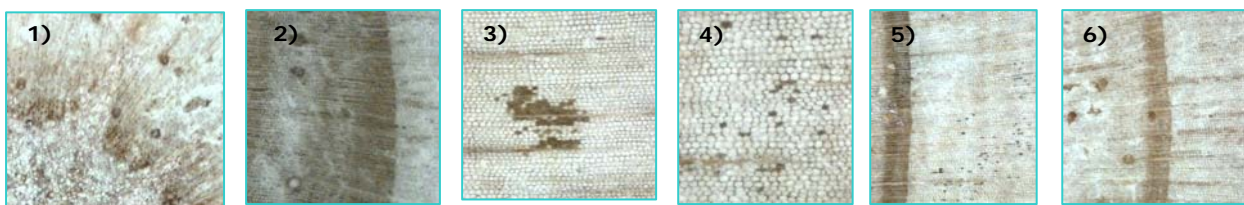


Fig. 3.16 – Imagens para análise da distribuição e tamanho de poros na madeira de pinho da medula (1) até à casca (6).

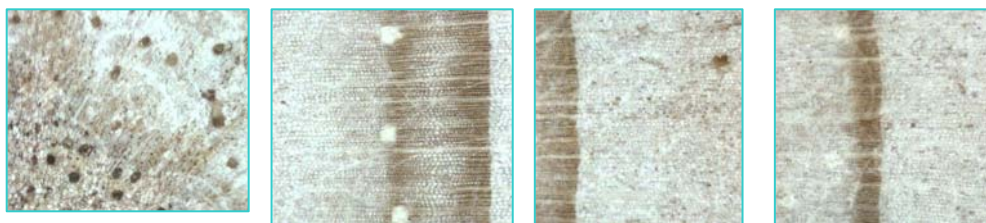


Fig. 3.17 – Imagens para análise da distribuição e tamanho de poros na madeira de pinho queimado.

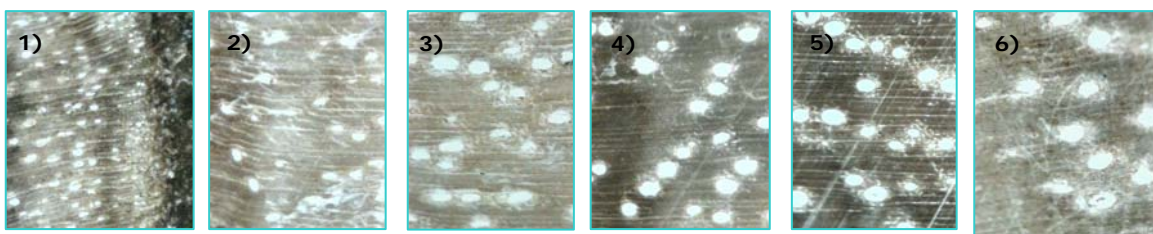


Fig. 3.18 – Imagens para análise da distribuição e tamanho de poros na madeira de eucalipto da medula (1) até à casca (6).

No entanto, para a madeira de eucalipto, é bem visível, na Figura 3.4.8, a área de poros identificada pela cor branca. Também nesta espécie, é notória uma redução do número de poros e aumento do seu perímetro no sentido da medula para a casca.

A seguinte tabela apresenta um resumo dos dados fornecidos pelo software (ver Anexo G); donde se retirou o número de poros identificados, as áreas médias dos poros, a área total e percentagem de poros, para a madeira de eucalipto, em seis áreas medidas, da medula até à casca, com 1,1 cm de distância entre elas.

Tab. 3.6 – Percentagens de porosidade do eucalipto em seis secções de cerca de $1,9 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ (ampliação - 50x).

		Nº de poros identificados e medidos	Área média dos poros [μm^2]	Área total de poros [μm^2]	Porosidade [%]
1	Medula	61	1 197,708	73 060,187	3,82 %
2	A 1,1 cm da medula	30	4 196,557	125 896,704	6,58 %
3	A 2,2 cm da medula	15	9 130,892	136 963,384	7,16%
4	A 3,3 cm da medula	12	9 889,655	118 675,854	6,20 %
5	A 4,4 cm da medula	12	10 844,500	130 133,994	6,81 %
6	A 5,5 cm da medula	11	15 743,520	173 178,723	9,06 %

3.5 DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE

A rugosidade da superfície da madeira resulta da sua anatomia (vasos, células dos raios, canais de resina, ...) mas também do seu processamento (corte, aplainamento, lixagem, ...). Já foi dito que esta rugosidade pode afectar a adesão das colas positivamente já que, aumenta a área de superfície de contacto e fixação dos adesivos, ou de forma negativa devido ao contacto entre as duas superfícies a colar ser menor.

Existem várias técnicas que têm sido utilizadas na determinação da rugosidade da madeira, apesar de terem sido desenvolvidas para outros materiais, entre as quais o uso de rugosímetros que funcionam por contacto (palpação, pneumáticos, emissão acústica) ou sem contacto (óptico), tendo cada um as suas vantagens e inconvenientes (Coelho, 2005).

Neste trabalho foi utilizado um rugosímetro *Mitutoyo SJ – 400*, que contém um sensor de apalpação que mecanicamente mede a altura da superfície ao longo de uma linha. A partir do perfil obtido são determinados vários parâmetros de rugosidade.



Fig. 3.19 – Rugosímetro *Mitutoyo SJ – 400*.

O parâmetro Ra é aplicável à maioria dos processos de fabrico e é o mais utilizado. Ra refere-se à rugosidade média e é a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento (y_i), dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição (l_m). Ao definir-se a função $r(x)$ como sendo a distância entre cada ponto do perfil e a linha média no comprimento de cálculo tem-se:

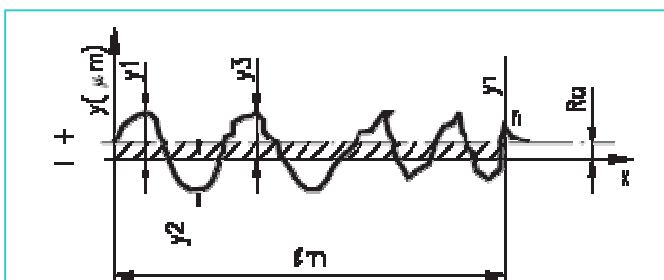


Fig. 3.20 - Ra) Rugosidade média aritmética.

$$Ra = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} \tag{3.4}$$

$$Ra = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |r(x)| dx \tag{3.5}$$

onde l_m é o comprimento de cálculo, r é a altura do perfil de rugosidade e x a coordenada na direcção do movimento do rugosímetro.

O R_y é a rugosidade máxima, e fornece informações complementares ao parâmetro Ra e é definida pelo maior valor das rugosidades parciais (Z_i) que se apresenta no percurso de medição (l_m):

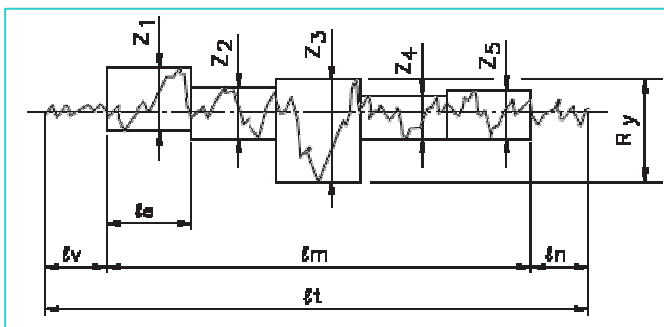


Fig. 3.21 - Ry) Rugosidade máxima.

$$R_y = \max [R_{y_i}], 1 \leq i \leq M \tag{3.6}$$

onde i é o comprimento da amostra i dentro de um comprimento de avaliação e M o número de amostras avaliadas dentro do mesmo comprimento de avaliação.

Neste trabalho ambos os parâmetros, R_a e R_y , foram determinados, com o objectivo de averiguar a existência ou não de relações entre a rugosidade e massa volúmica das amostras, da medula para o exterior e, da parte inferior do tronco para a parte superior, em madeira de pinho e pinho queimado.

Para tal, seleccionaram-se dois rolos de pinho ($P1$ e $P2$) e dois de pinho queimado ($PQ1$ e $PQ2$), que foram seccionados em quatro partes - II , III , IV e V , do topo para a base respectivamente, dos quais se obtiveram de quatro a cinco pranchas (a , b , c , d e e), que por sua vez foram cortadas em tiras (a , b , c , d e e), e por fim, das tiras obtiveram-se os provetes (1 , 2 , 3 , 4 e 5). Todos eles foram portanto devidamente identificados. Posteriormente foi feita uma montagem num software de desenho 3D, *solidworks*, de todos os provetes, possibilitando a localização do provete no rolo.

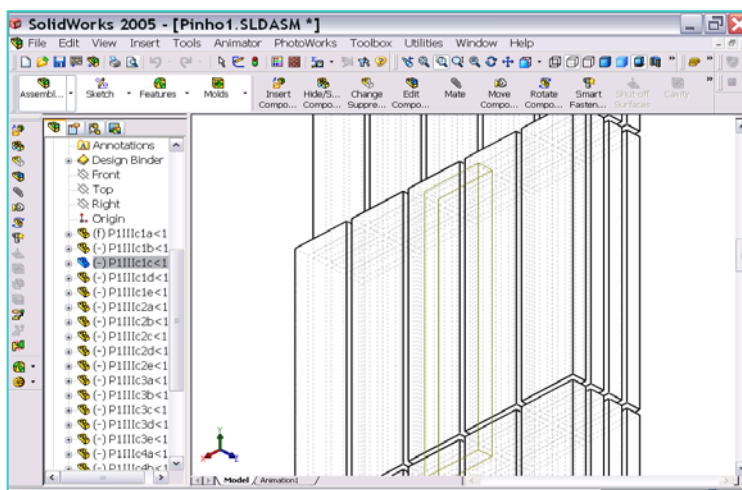


Fig. 3.22 – Localização de um determinado provete num rolo de pinho.

As seguintes tabelas enunciam os valores de massa volúmica, R_a médio e R_y médio, dos provetes identificados como sendo afastados da medula (Tab. 3.7) e próximos da medula (Tab. 3.8):

Tab. 3.7 – Valores de Ra média e Ry média para pinho e pinho queimado.

Identificação do Provete (afastado da medula)	ρ (g/cm ³)	Ra médio (μm)	Ry médio (μm)
P 1 III a_1d	0,51	1,35	8,40
P 1 III c_2a	0,47	1,94	13,00
P 1 III d_3d	0,65	2,72	15,30
P 1 IV a_2b	0,49	1,30	8,80
P 1 V a_3b	0,56	2,27	16,93
P 1 V d_3c	0,52	2,25	14,70
P 2 II a_2b	0,48	1,76	9,77
P 2 II d_2b	0,57	1,32	8,77
P 2 III a_3c	0,60	1,45	9,00
P 2 III d_2a	0,59	0,89	5,93
P 2 IV a_2c	0,52	1,24	6,70
P 2 IV b_2d	0,54	1,60	9,83
P 2 IV c_1a	0,52	2,81	15,83
P 2 IV d_2a	0,58	1,69	10,73
P 2 IV e_1c	0,65	1,04	6,83
P 2 V a_1c	0,58	1,54	9,37
P 2 V e_1c	0,67	1,20	7,50
PQ 1 II a_1a	0,44	2,53	13,90
PQ 1 II c_4d	0,44	3,25	19,80
PQ 1 II e_1d	0,46	1,54	9,00
PQ 1 III a_2b	0,43	2,60	16,77
PQ 1 III c_2d	0,38	1,92	11,00
PQ 1 III d_2b	0,42	2,06	12,20
PQ 1 IV a_2a	0,39	3,89	23,13
PQ 2 II a_3c	0,59	2,92	16,37
PQ 2 II d_2a	0,49	2,34	12,07
PQ 2 III a_2a	0,51	1,79	10,97
PQ 2 III e_3d	0,51	1,81	11,07
PQ 2 IV a_3d	0,55	1,79	10,70
PQ 2 IV b_4d	0,48	2,04	12,27
PQ 2 V a_3c	0,49	1,58	10,30
PQ 2 V e_2a	0,50	1,46	9,07
Média total de Ra			1,93
Média total de Ry			11,75

Tab. 3.8 – Valores de Ra média e Ry média para pinho e pinho queimado.

Identificação do Provete (próximo da medula)	ρ (g/cm ³)	Ra médio (μm)	Ry médio (μm)
P 1 II b_2b	0,45	1,32	8,23
P 1 V b_2c	0,43	1,73	10,07
P 2 II c_3d	0,59	2,92	14,70
P 2 III b_4c	0,59	1,28	8,93
P 2 III c_2c	0,48	1,83	10,30
P 2 V b_2c	0,48	1,70	10,50
P 2 V c_2c	0,51	2,20	13,93
P 2 V d_2c	0,53	1,37	8,40
PQ 1 II b_2c	0,37	2,06	12,07
PQ 1 II d_2c	0,42	2,79	16,73
PQ 1 III b_2c	0,48	2,31	14,57
PQ 1 IV b_3b	0,41	2,61	16,03
PQ 1 V b_3c	0,41	3,87	19,57
PQ 1 V c_2d	0,41	2,35	13,83
PQ 2 II b_3d	0,50	1,61	10,40
PQ 2 II c_4d	0,49	2,22	11,70
PQ 2 III b_4d	0,49	4,03	21,03
PQ 2 III c_2c	0,49	1,25	6,70
PQ 2 III d_2c	0,52	1,96	13,57
PQ 2 IV c_4c	0,44	1,71	9,20
PQ 2 V b_2c	0,52	2,00	12,53
PQ 2 V c_4c	0,48	2,46	14,70
PQ 2 V d_2b	0,48	1,64	9,23
		Média total de Ra	2,14
		Média total de Ry	12,48

O coeficiente de correlação é significativo a 5% (Hines e tal, 1990), o que permite afirmar que parece existir uma relação linear entre as duas variáveis (nível de significância de 5%) e portanto, pode-se afirmar que rugosidade tem tendência a diminuir com a densidade.

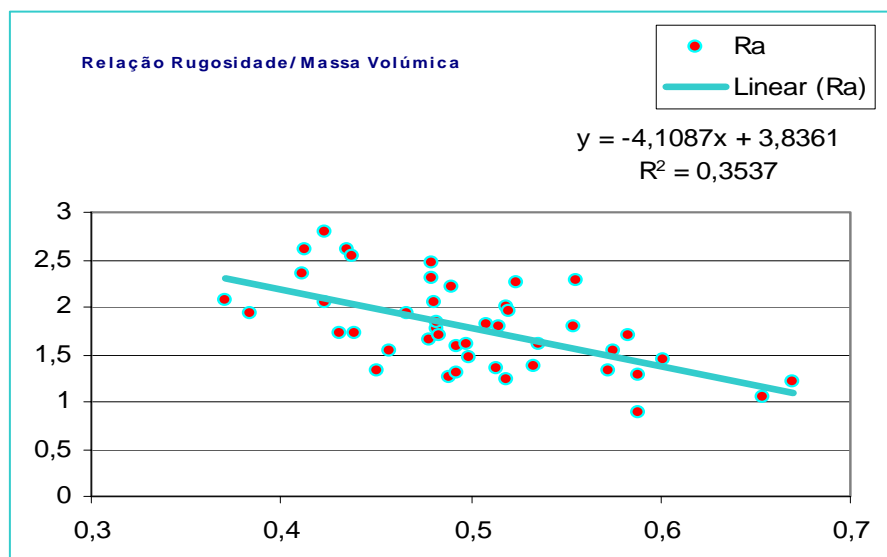


Fig. 3.23 - Relação entre rugosidade e massa volúmica.

Do mesmo modo, existe uma relação entre a rugosidade e a localização do provete na árvore, donde resulta que a rugosidade diminui do topo para a base (Fig. 3.24).

Tab. 3.9 - Valores de Ra média por secção da árvore:

Zona na árvore															Média			
II	1,32	1,76	2,92	1,32	2,53	2,06	3,25	2,79	1,54	2,92	1,61	2,22	2,34					2,20
III	1,35	1,94	2,72	1,45	1,28	1,83		2,60	2,31	1,92	2,06	1,79	4,03	1,25	1,96	1,81		2,02
IV	1,30	1,24	1,60	2,81	1,69	1,04	3,89	2,61	1,79	2,04	1,71							1,98
V	2,27	1,73	2,25	1,54	1,70	2,20	1,37	1,20	3,87	2,35	1,58	2,00	2,46	1,64	1,46		1,97	

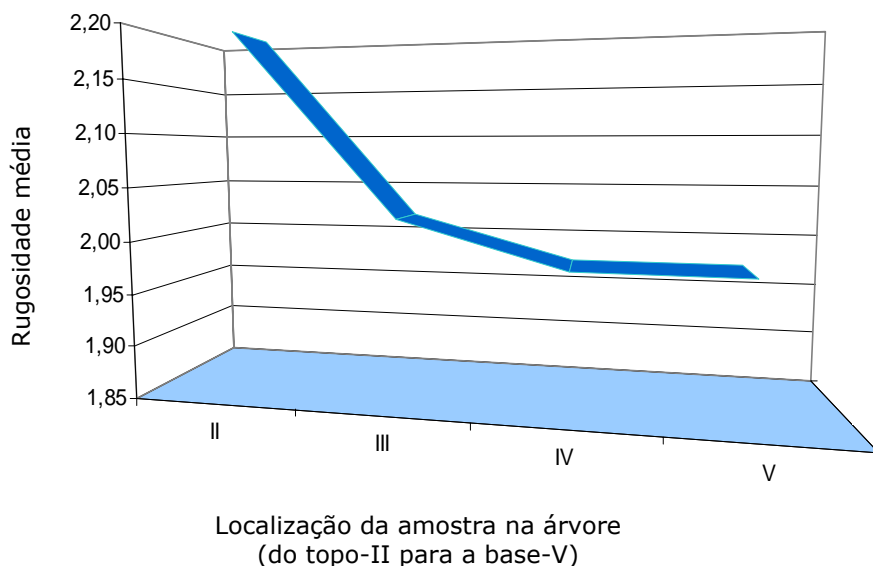


Fig. 3.24 - Relação entre a rugosidade e a localização da amostra na árvore.

Na seguinte figura pode-se observar o efeito da localização dos provetes na árvore na determinação das rugosidades médias e máximas assim como da massa volúmica. Observa-se que a massa volúmica aumenta e a rugosidade diminui da medula para a casca e do topo para a base. Veremos mais á frente se este aspecto terá influência na molhabilidade.

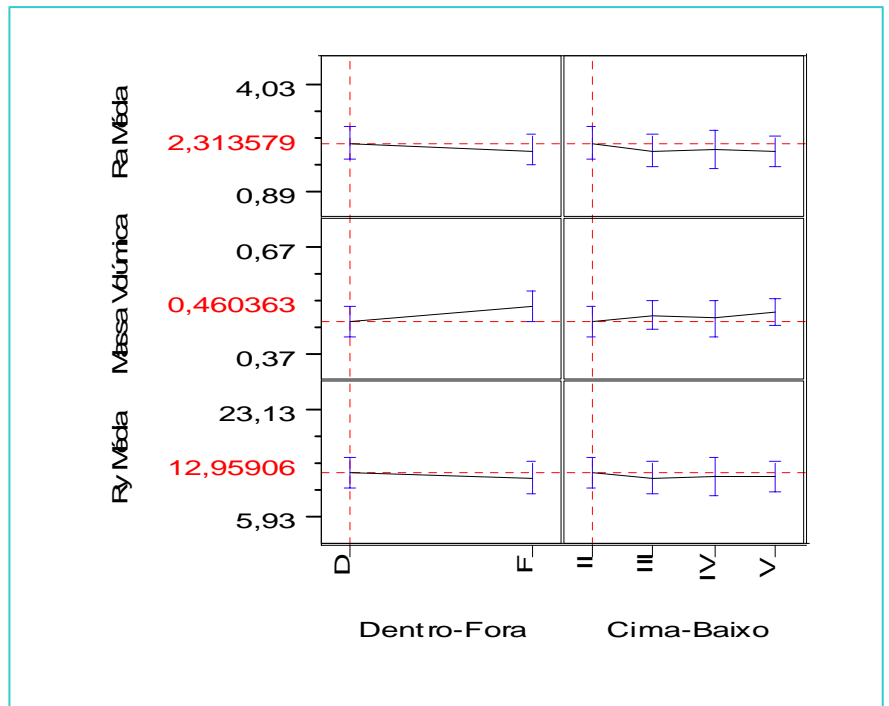


Fig. 3.25 - Influência da localização das amostras na árvore nas rugosidades e massa volúmica.

3.6 MEDIÇÃO DOS ÂNGULOS DE CONTACTO

Para a medição dos ângulos de contacto dos diversos líquidos pelo método da gota utilizou-se um medidor de ângulos de contacto (goniómetro) Dataphysics, modelo OCA 20 existente no LEPAE - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente e Energia, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Fig. 3.26), equipado com um sistema vídeo e software para análise de imagem.

Os ângulos de contacto podem ser medidos no modo estático ou dinâmico. No modo estático, a gota de líquido é depositada sobre o sólido e mede-se o ângulo de contacto ao longo do tempo. No modo dinâmico, aumenta-se continuamente o volume da gota; a gota começa a espalhar-se e a sua área de contorno vai aumentando. Durante este movimento, os ângulos de contacto são medidos ao longo do tempo em intervalos de tempo determinados.

Neste trabalho adoptou-se o método de medição estático, sendo a gota depositada a uma velocidade de $2 \mu\text{l/s}$, com um volume de $4 \mu\text{l}$. As medições foram realizadas na direcção do fio da madeira. Para cada amostra, mediram-se os ângulos de contacto de 3 gotas para cada líquido utilizado, havendo o cuidado de considerar uma distância suficiente entre as gotas e também dos bordos da amostra.



Fig. 3.26 -
Goniómetro.

A aquisição de dados foi realizada a uma frequência de uma medição por segundo (Fig. 3.27), tendo-se verificado-se que em alguns ensaios, o sistema não era capaz calcular o valor do ângulo de

contacto devido a variações muito bruscas (que ocorriam por exemplo em amostras muito porosas e principalmente com o bromonaftaleno), inviabilizando assim alguns ensaios.

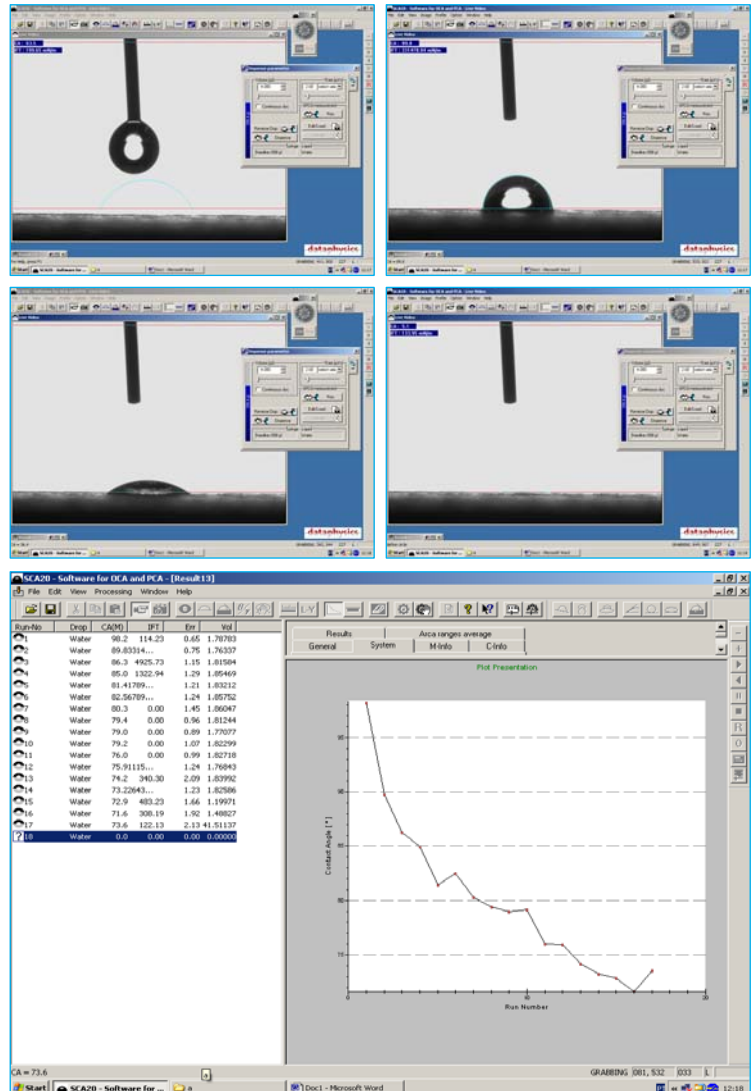


Fig. 3.27 - Aquisição de dados no goniómetro electrónico.

Por outro lado, como o ângulo de contacto varia ao longo do tempo e no caso dos líquidos usados não consegue atingir o equilíbrio, colocou-se o problema de qual o valor a ser considerado para comparar as várias amostras.

Existem diversos métodos para o cálculo do ângulo de contacto:

- Considerar o valor do ângulo ao fim de um determinado período de tempo (desde que já se tenha ultrapassado a fase de espalhamento);
- Extrapolar o valor do ângulo para $t=0$ s;
- Considerar o valor do ângulo de equilíbrio (se houver estabilização);

d) Considerar a intercepção de duas rectas obtidas por ajuste dos dados experimentais referentes a cada uma das fases, espalhamento/difusão (em que estes fenómenos se encontram perfeitamente desenvolvidos) (Fig. 3.28).

Neste trabalho, para o cálculo da tensão superficial da madeira, optou-se por se determinar o tempo correspondente à intersecção das duas rectas (transição entre a fase de espalhamento e a fase de difusão) nas amostras em que isso era possível, uma vez que em algumas amostras, a gota era rapidamente absorvida (como no caso do bromonaftaleno). O tempo médio obtido foi de cerca de 8 segundos e portanto, para o cálculo da tensão superficial da madeira, considerou-se o valor dos ângulos de contacto ao fim desse tempo.

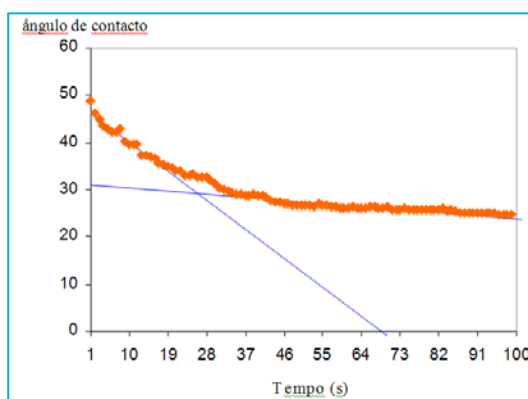


Fig. 3.28 – Exemplo de determinação do ângulo de equilíbrio.

Para o cálculo da molhabilidade da madeira pelas resinas, optou-se por considerar o ângulo de contacto em equilíbrio, mais precisamente, para cada ensaio, calculou-se uma média dos últimos 10 valores de ângulos de contacto obtidos, após se atingir uma estabilização. Como as resinas têm maior viscosidade que a água ou os outros líquidos, a diminuição do ângulo de contacto é mais lenta e atinge um valor de equilíbrio.

Foram medidos os ângulos de contacto de amostras de borne (6) e cerne (4), de pinho, pinho queimado, eucalipto e eucalipto queimado, todos eles sujeitos a três tratamentos (secagem excessiva, extracção com água envelhecimento), totalizando 160 amostras. Como para cada amostra se mediram pelo menos 3 gotas de cada um dos três líquidos e cada uma das três resinas, foram considerados os resultados de pelo menos 960 ensaios, embora o número de ensaios realizados tenha sido superior (devido a problemas de aquisição, muitos ensaios não foram considerados).

3.8 ENSAIOS MECÂNICOS ÀS COLAGENS

Nesta parte do trabalho, comparou-se o desempenho mecânico das três resinas comerciais utilizadas no estudo da molhabilidade, com base na norma EN 205. Esta norma diz respeito a aplicações não estruturais e o desempenho mecânico (qualidade de colagem) é avaliado através da determinação da resistência ao corte de juntas sobrepostas. O objectivo neste caso era estudar-se a adesão das resinas às espécies consideradas (pinho e eucalipto) e não a classificação dos adesivos, pelo que as amostras após colagem não foram sujeitas a qualquer pré-tratamento.

Foram utilizados provetes de pinho e de eucalipto provenientes dos mesmos toros que nos ensaios anteriores, das quais foram retirados 134 provetes das pranchas de pinho e 88 provetes das pranchas de eucalipto com dimensões: 15x2x0,5 cm. As amostras foram debitadas, tanto quanto possível, a favor do fio.

Os provetes foram acondicionados na atmosfera do laboratório. Para controlarmos, o seu teor em água, 2 provetes de pinho e 2 de eucalipto foram colocados na estufa a 105°C durante uma semana, ficando secos a um teor em água em torno de 10% (teor em água dos provetes à humidade relativa ambiente) (H1). Dos provetes iniciais, 68 foram colocados na estufa durante quatro dias, a uma temperatura de 105°C para obtermos um teor em água mais baixa de cerca de 5 % (H0).

Na preparação da cola utilizou-se a mesma quantidade de endurecedor para as três resinas UF (R360, R366 e R345), 3% de endurecedor (massa sólidos de cloreto de amónio/massa de sólidos de resina). Procedeu-se então à aplicação da cola (gramagem de 150 g/m²) e junção dos provetes, tendo-se tentado, tanto quanto possível, manter o mesmo tempo aberto (tempo que medeia entre a aplicação da cola e a ligação) para todas as colagens. Colaram-se os provetes dois a dois resultando um total de 67 provetes de pinho e 44 provetes de eucalipto.

Os provetes foram colados numa prensa de pratos quentes (Figura 3.29). Dos 111 provetes, 48 foram colados a uma temperatura de 105°C (T1), 40 a uma temperatura de 130°C (T2) e 36 a 150°C (T3), dividindo os mesmos por 3 tipos de colas, R360 (R1), R366 (R2) e R345 (R3), por dois teores em água (H0 e HA), duas espécies, pinho (P) e eucalipto (E). A prensagem foi realizada a uma pressão efectiva de cerca 12 bar (50 bar no sistema hidráulico) para o pinho e 23 bar (100 bar no sistema hidráulico) para o eucalipto para temperatura de prensagem (105°C), enquanto para a pressão de 16

bar foi apenas usada para a temperatura de 150 °C e para a espécie de eucalipto. A duração da prensagem foi de 150 s. Durante a prensagem foi seguida a evolução da temperatura numa das juntas de cola com o auxílio dum termopar do tipo K (até aos 120 s). A posição do termopar foi mantida durante todos os ensaios.

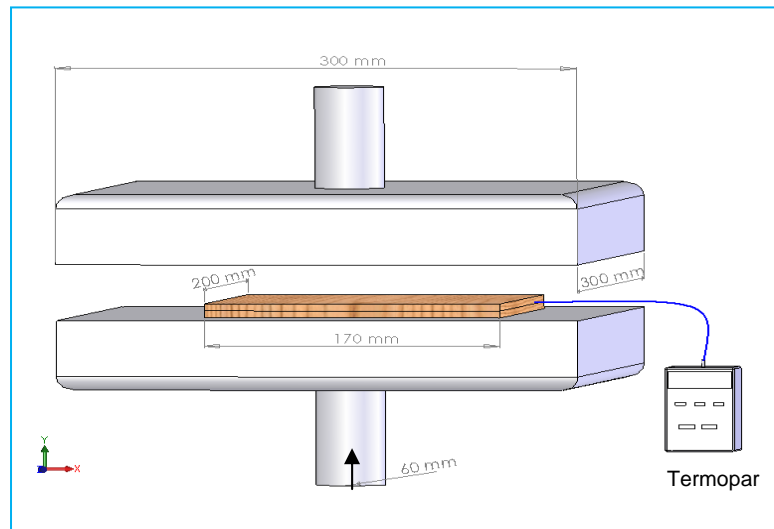


Fig. 3.29 – Esquema da prensa de pratos quentes.

Para determinar a tensão de rotura cada provete foi fixado nas amarras do acessório de tracção da máquina de ensaios (marca Instron, existente na ESTV), a uma distância de aproximadamente 50 mm dos topos de forma a garantir que a direcção da força aplicada fosse paralela ao plano da junta da cola.

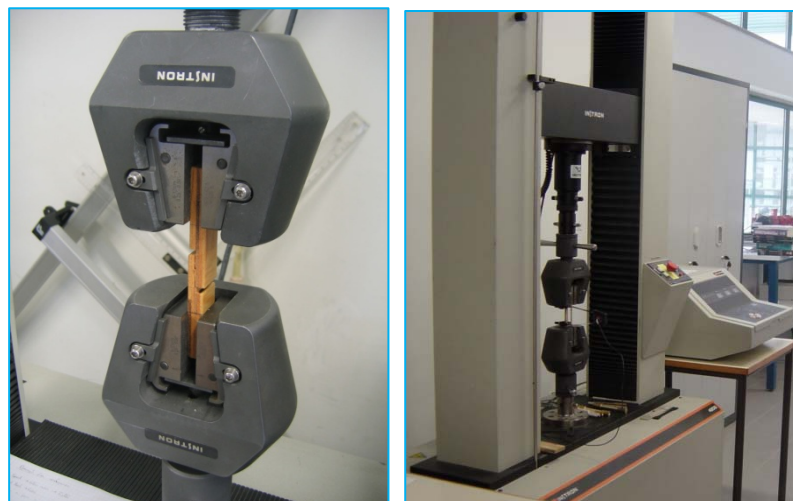


Fig. 3.30 – Exemplo de um ensaio de tracção.

Nas seguintes figuras pode-se visualizar um esquema dos provetes de acordo com a EN 205:

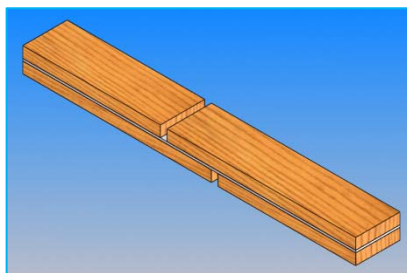


Fig. 3.31 – Ilustração do provete utilizado de acordo com a norma EN 205.

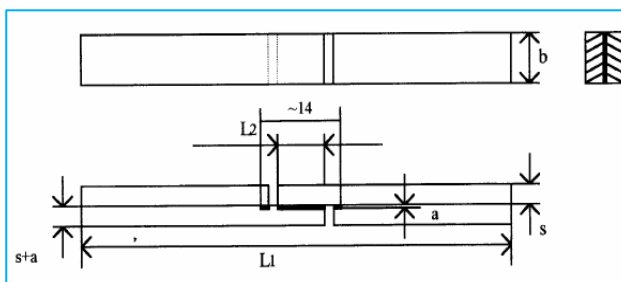


Fig. 3.32 – Esquema dos provetes segundo a norma EN 205.

Cada provete foi sujeito a um ensaio de tracção até se dar a rotura e com uma velocidade de deformação de 6 mm/min.

A tensão de rotura ao corte (τ em MPa) pode ser determinada através da expressão:

$$\tau = \frac{F_{\max}}{L_2 \times b} \quad (3.7)$$

em que:

- F_{\max} força máxima aplicada (N)
- L_2 distância entre cortes (mm)
- b largura do provete (mm)

A norma EN 205 também estipula que na apresentação de resultados deverá ser indicada a percentagem de rotura de coesão aparente na madeira. A rotura produz-se normalmente na madeira ou nos planos de colagem entre os traços da serra, isto é, na área de ensaio de corte. Esta percentagem é estimada por observação dessa zona, comparando a área em que a rotura ocorre na madeira com a área em que a rotura ocorre no plano de colagem. A percentagem de rotura de coesão é dada como a razão entre essa área de rotura de coesão na madeira e a área total. Uma vez que esta avaliação é subjectiva a norma EN 205 estipula que só se devem considerar os valores de 0, 25, 50, 75 e 100 %.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO

4.1 DETERMINAÇÃO DA TENSÃO SUPERFICIAL

Para determinar a tensão superficial da madeira, utilizaram-se três líquidos (água, formamida e bromonaftaleno). As figuras que se seguem mostram as cinéticas de molhagem desses três líquidos na madeira:

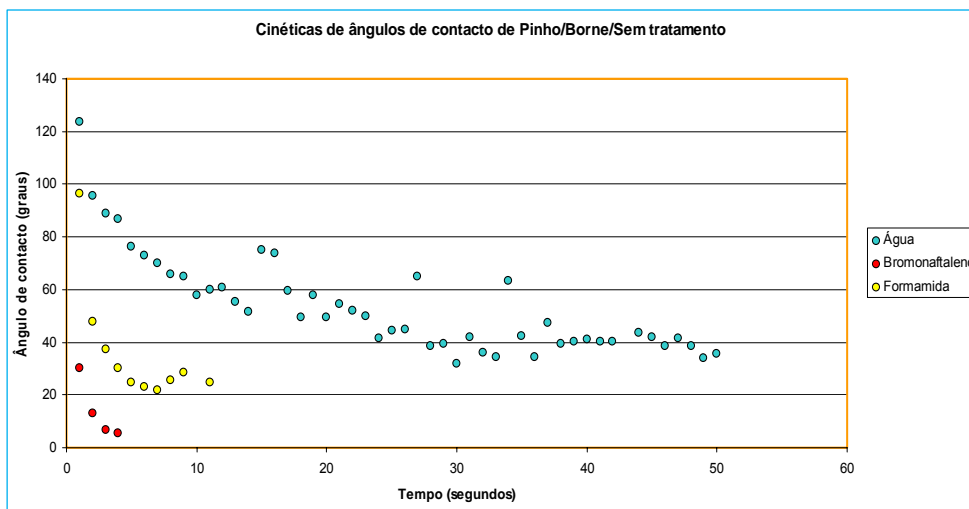


Fig 4.1– Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o borne de pinho, sem tratamento (média).

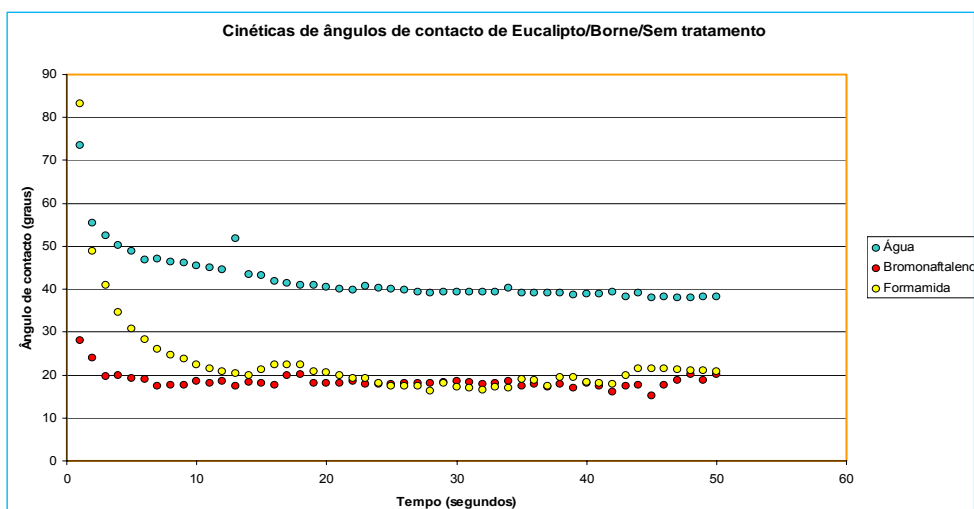


Fig 4.2– Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o borne de eucalipto, sem tratamento (média).

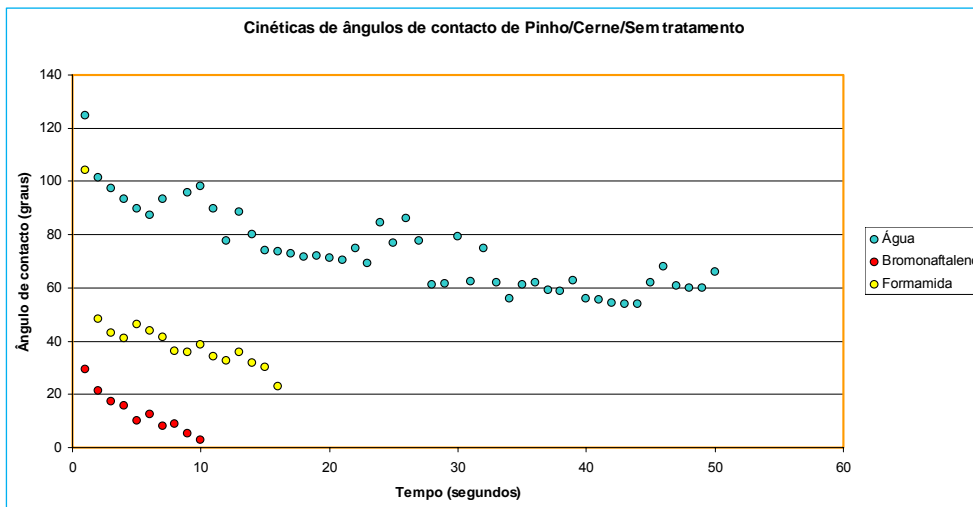


Fig 4.3– Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o cerne de pinho, sem tratamento (média).

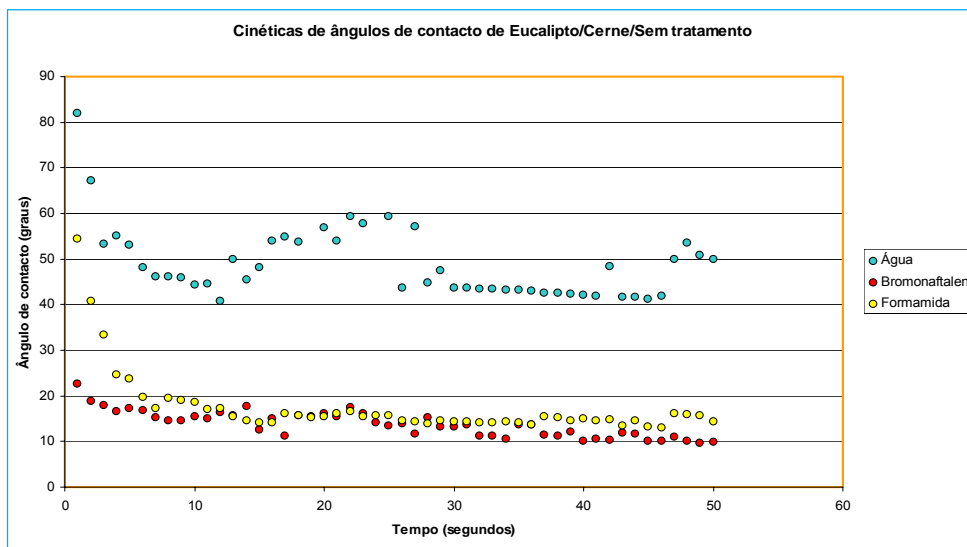


Fig 4.4– Variação dos ângulos de contacto da água, formamida e bromonaftaleno, em função do tempo para o cerne de eucalipto, sem tratamento (média).

Nas seguintes tabelas apresentam-se os valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto desses três líquidos.

Tab. 4.1 – Valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto dos diversos líquidos em madeira de pinho

Pinho	Água		Formamida		Bromonaftaleno	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Sem tratamento - Borne	65.8	12.4	5.7	12.5	0.0	0.0
Sem tratamento - Cerne	85.5	18.0	21.1	21.1	2.2	4.2
Queimado - s/tratamento - Borne	7.6	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Queimado - s/tratamento - Cerne	36.5	11.6	2.1	5.6	4.1	5.5

Tab. 4.2 – Valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto dos diversos líquidos em madeira de eucalipto

Eucalipto	Água		Formamida		Bromonaftaleno	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Sem tratamento - Borne	46.5	5.4	23.3	9.1	13.8	10.5
Sem tratamento - Cerne	46.1	11.4	13.0	8.4	10.9	11.5
Queimado - s/tratamento - Borne	68.0	10.5	40.5	11.6	15.6	17.9
Queimado - s/tratamento - Cerne	75.5	21.1	33.8	11.7	17.8	8.2

Como se pode observar nas tabelas 4.1 e 4.2, os valores dos desvios padrões são consideráveis, o que pode ser atribuído à variabilidade da estrutura e propriedades na superfície da madeira. A molhabilidade da madeira pela água (meio de dispersão das resinas UF) é consideravelmente menor para o pinho (maior ângulo de contacto) do que para o eucalipto, mas no caso da madeira ter sido exposta a fogos florestais, observa-se o inverso. Tal como seria de esperar para o pinho, a molhabilidade do borne é maior que a do cerne, menos porosa. No caso do eucalipto, as diferenças de molhabilidade entre borne e cerne são pouco significativas.

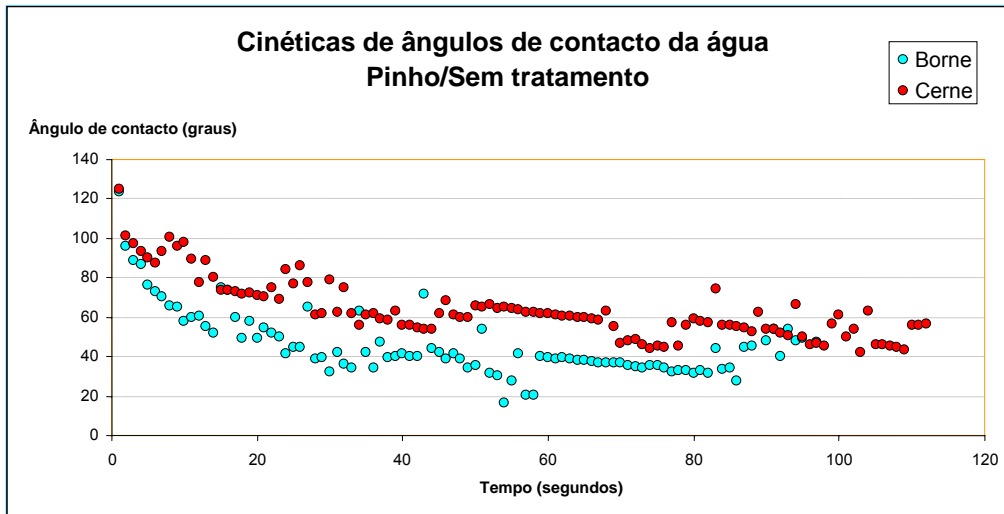


Fig 4.5 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de pinho, sem tratamento (média).

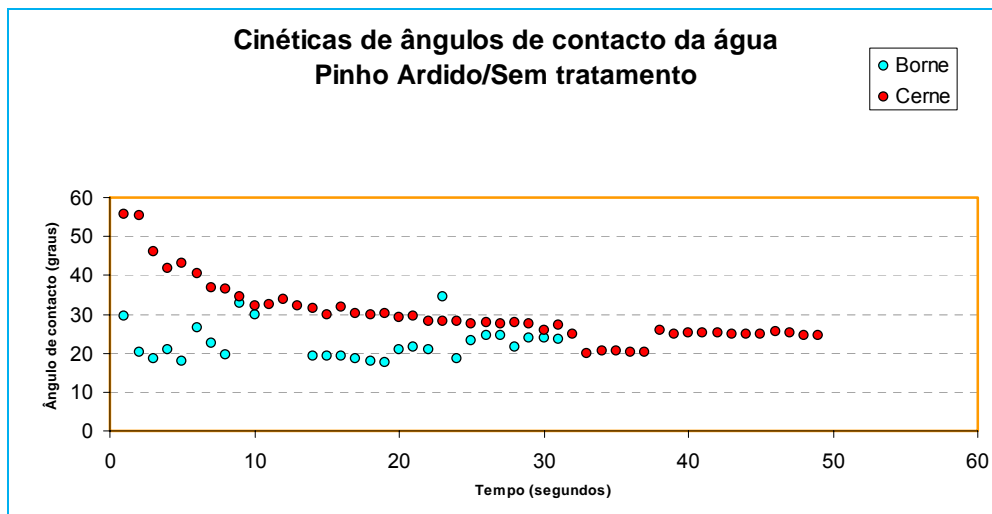


Fig 4.6 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de pinho queimado sem tratamento (média).

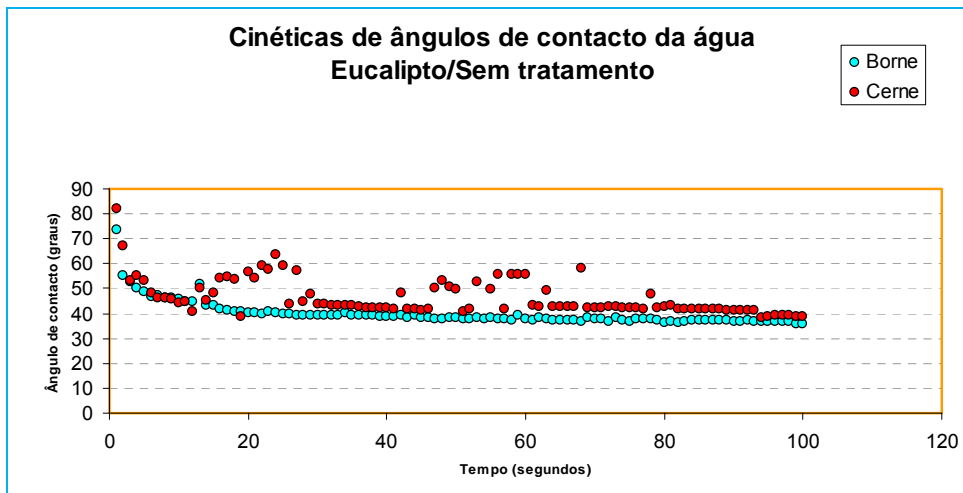


Fig 4.7 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de eucalipto, sem tratamento (média).

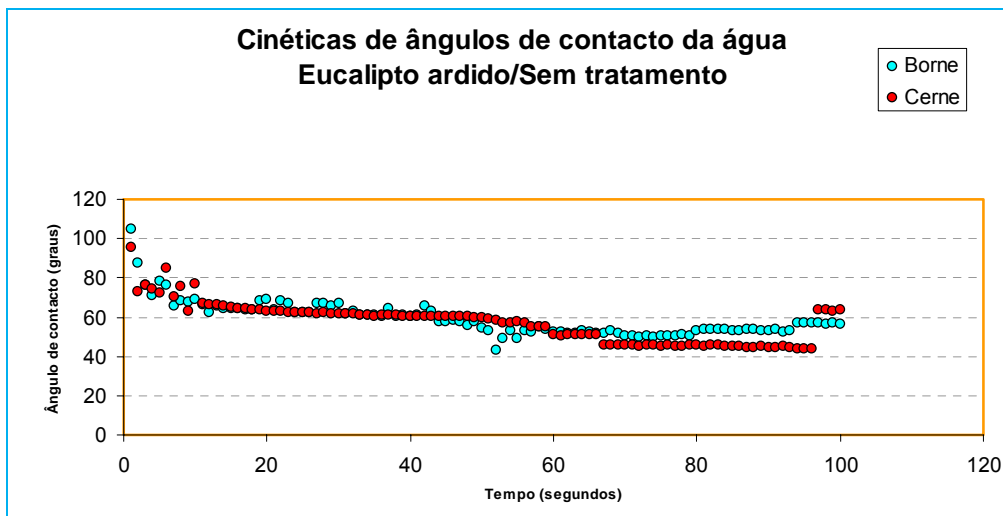


Fig 4.8 – Variação dos ângulos de contacto da água, em função do tempo para o borne e cerne de eucalipto queimado, sem tratamento (média).

Nas tabelas 4.3 e 4.4 que se seguem apresentam-se os valores dos componentes da tensão superficial para o pinho e para o eucalipto usando o método Lifshitz-van der Waals (LW)/ácido base (AB).

Tab. 4.3 – Valores das componentes da tensão superficial calculadas usando o método ácido-base para o pinho.

Pinho	γ_s (mJ/m ²)	γ_s^{LW} (mJ/m ²)	γ_s^{AB} (mJ/m ²)	γ_s^+ (mJ/m ²)	γ_s^- (mJ/m ²)
Sem tratamento - Borne	52.40	44.40	8.00	4.54	3.52
Sem tratamento - Cerne	48.87	44.37	4.50	6.32	0.80
Queimado - s/tratamento - Borne	56.75	44.40	12.35	0.71	54.05
Queimado - s/tratamento - Cerne	58.47	44.28	14.18	1.62	31.08

Tab. 4.4 – Valores das componentes da tensão superficial calculadas usando o método ácido-base para o eucalipto.

Eucalipto	γ_s (mJ/m ²)	γ_s^{LW} (mJ/m ²)	γ_s^{AB} (mJ/m ²)	γ_s^+ (mJ/m ²)	γ_s^- (mJ/m ²)
Sem tratamento - Borne	54.36	43.13	11.23	1.28	24.72
Sem tratamento - Cerne	56.91	43.60	13.31	2.03	21.84
Queimado - s/tratamento - Borne	48.17	42.77	5.39	0.83	8.72
Queimado - s/tratamento - Borne	46.76	42.30	4.45	2.77	1.79

A energia de superfície total varia entre e 58,47 e 46,76 mJ/m², para pinho queimado sem tratamento cerne e eucalipto queimado sem tratamento cerne, respectivamente. As forças LW representam a maior contribuição para a tensão superficial da madeira, para as duas espécies, e variam entre 44,4 e 42,30 mJ/m². A contribuição AB varia entre 4,5 e 0,71 mJ/m². É importante salientar que a maioria do carácter ácido-base vem dos sítios dadores de electrões (γ_s^-) presentes na superfície da madeira. Este facto não seria expectável, uma vez que o pH da madeira é ligeiramente ácido. Contudo, é necessário ter-se em conta que as medições são feitas no “bulk” e que os ângulos de contacto são baseados em medições sensíveis na superfície. Está sobejamente estabelecido que os extractivos dominam o comportamento termodinâmico da superfície (*Gardner et al, 1996*).

Muitos extractivos presentes em certas espécies têm compostos aromáticos e os anéis aromáticos são considerados bases fracas (dadoras de electrões). Portanto, não é invulgar que o carácter da superfície da madeira seja maioritariamente básico ou monopolar, como se verifica também com vários biopolímeros (*van Oss et al., 1987*). O mesmo comportamento foi observado por Gardner (1996), que determinou as componentes da tensão superficial de várias espécies de madeira usando a mesma abordagem (freixo, cerejeira, ácer, carvalho americano, carvalho branco e noqueira).

A cerejeira e o ácer têm os valores mais próximos dos obtidos para o pinho e o eucalipto. Os valores das tensões superficiais totais das duas espécies não são muito diferentes, embora os do eucalipto sem tratamento sejam ligeiramente mais elevados.

Também se verifica que a componente devido a forças de natureza dispersiva (LW) tem valores praticamente iguais nas duas espécies, mas a componente devido a forças de natureza polar (AB) é mais elevada para o eucalipto, em resultado da maior contribuição da componente dadora de electrões, significando um maior carácter alcalino dos extractivos presentes na superfície.

Na figura 4.9, apresentam-se as tensões superficiais relativas (e respectivas componentes), calculadas como a razão desses valores e os obtidos para o borne sem tratamento de cada uma das espécies.

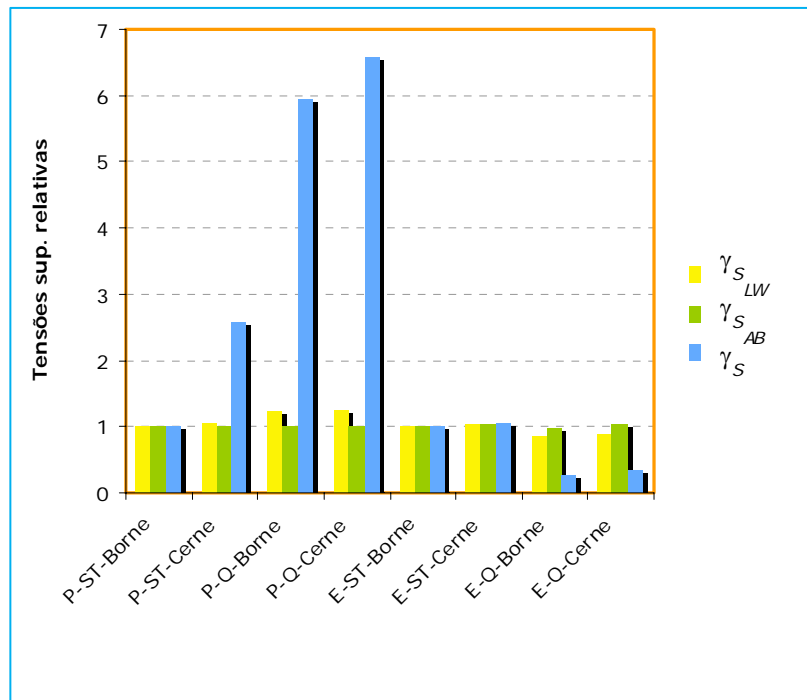


Fig. 4.9 – Valores das tensões superficiais relativas: razão entre os valores das tensões superficiais (e componentes) e os obtidos para o borne sem tratamento de cada uma das espécies (P-pinho, E-eucalipto, ST-sem tratamento e Q-Queimado).

Desta figura ressalta que o pinho queimado apresenta valores muito elevados da componente ácido-base relativamente aos do borne sem tratamento. Esses valores elevados provêm da componente dadora de electrões, o que indica um aumento do carácter alcalino. Este facto pode ser explicado por alterações induzidas pelo calor nos extractivos presentes na superfície ou eventualmente migração de resinas para a superfície.

No eucalipto, os resultados são inversos, ou seja quer o cerne, quer o borne da madeira queimada têm valores da componente dadora de electrões mais baixos que o borne da madeira sem tratamento, o que significa um maior domínio da componente aceitadora de electrões e portanto um aumento do carácter ácido. Seria também de esperar uma diminuição da polaridade da superfície, devido à oxidação provocada pelo calor dos extractivos presente na superfície, o que se verifica para o eucalipto, ou seja diminuição da componente AB, mas não para o pinho em que essa componente aumenta. A exposição ao calor poderia levar a uma degradação das hemiceluloses amorfas levando a um material com maior cristalinidade e com mais lenhina exposta na superfície. Como resultado, a afinidade à água diminuiria, visto que as hemiceluloses são capazes de formar pontes de hidrogénio, através do par de electrões presentes no átomo de O dos grupos hidroxilo e o átomo de H da molécula de água. Este facto poderia explicar a diminuição da componente dadora de electrões que se verifica no eucalipto.

Na tabela 4.5 apresentam-se os ângulos de contacto médios e respectivos desvios padrões dos três líquidos (água, formamida e bromonaftaleno) em pinho não tratado e submetido aos três tratamentos: secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento. Apesar do desvio padrão ser elevado, verifica-se que no caso do ângulo de contacto da água, todos os tratamentos conduzem a um aumento do seu valor e portanto a uma diminuição de molhabilidade, excepto no caso do borne envelhecido.

Tab. 4.5 – Valores médios e desvios padrões dos ângulos de contacto dos diversos líquidos em madeira de pinho submetida a 3 tratamentos.

Pinho	Água		Formamida		Bromonaftaleno	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Sem tratamento - Borne	65,75	12,37	5,68	12,48	0,00	0,00
Sem tratamento - Cerne	81,00	11,74	21,05	21,10	2,23	4,16
Secagem excessiva - Borne	84,81	8,25	42,75	16,18	5,25	11,58
Secagem excessiva - Cerne	86,20	9,58	53,97	14,85	5,09	7,71
Extracção com água - Borne	82,61	5,01	31,15	16,18	0,00	0,00
Extracção com água - Cerne	86,26	9,47	40,93	14,85	6,36	7,68
Envelhecimento - Borne	75,75	16,18	32,02	16,18	0,00	0,00
Envelhecimento - Cerne	63,02	12,88	37,41	14,85	2,48	6,86

Os valores dos ângulos obtidos foram utilizados para o cálculo da tensão superficial total e das respectivas componentes, que são apresentados na tabela 4.6 e podem ser visualizados na figura 4.7 e 4.8, em que ressalta o facto de que a diminuição da tensão superficial total em todos os tratamentos resultar sobretudo da diminuição da componente AB. A maior parte do carácter ácido-base do pinho provém da componente aceitadora de electrões (carácter ácido), excepto para o cerne de madeira envelhecida, cujos resultados são contraditórios.

Tab. 4.6 – Valores das componentes da tensão superficial o para o pinho submetido a 3 tratamentos

Pinho	γ_s (mJ/m ²)	γ_s^{LW} (mJ/m ²)	γ_s^{AB} (mJ/m ²)	γ_s^+ (mJ/m ²)	γ_s^- (mJ/m ²)
Sem tratamento - Borne	52,40	44,40	8,00	4,54	3,52
Sem tratamento - Cerne	45,12	44,37	0,75	5,46	0,03
Secagem excessiva - Borne	45,30	44,21	1,08	1,67	0,18
Secagem excessiva - Cerne	45,22	44,23	0,99	0,21	1,16
Extracção com água - Borne	44,58	44,40	0,18	3,72	0,00
Extracção com água - Cerne	44,28	44,13	0,15	2,21	0,00
Envelhecimento - Borne	48,30	44,40	3,90	2,60	1,46
Envelhecimento - Cerne	50,10	44,36	5,74	0,67	12,26

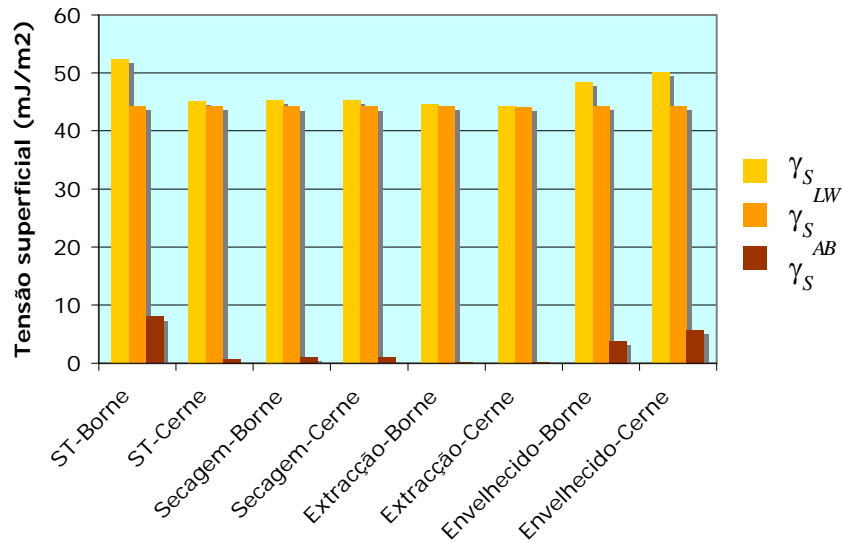


Fig. 4.10 – Valores da tensão superficial e respectivas componentes (LW e AB) para pinho sem tratamento (ST) e submetido a secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento.

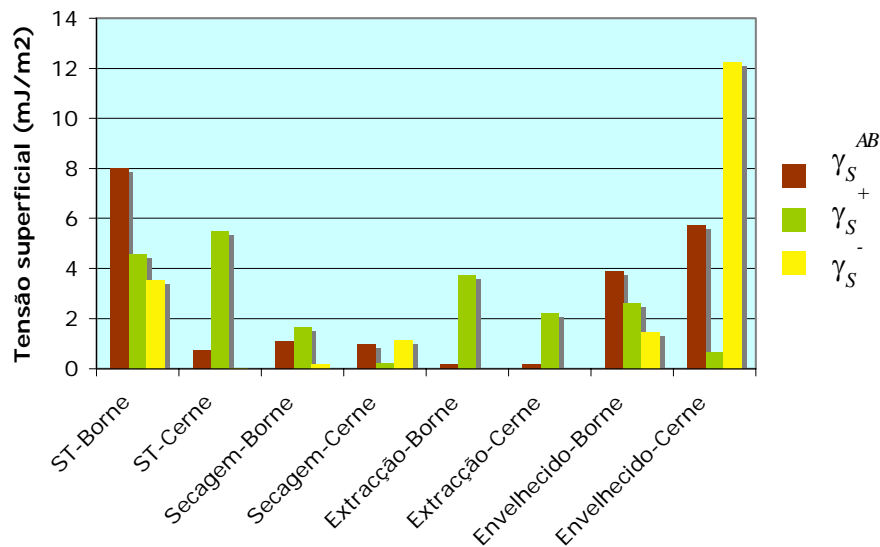


Fig. 4.11 – Valores da componente ácido-base e componentes ácida (+) e básica (-) para o pinho sem tratamento e submetido a secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento.

Como no caso do cerne, especialmente no caso da madeira envelhecida, a componente ácido-base aumenta em vez de diminuir, optou-se por apresentar a figura 4.12 em que se apresentam, os valores das tensões superficiais e respectivas componentes relativos aos do borne sem tratamento.

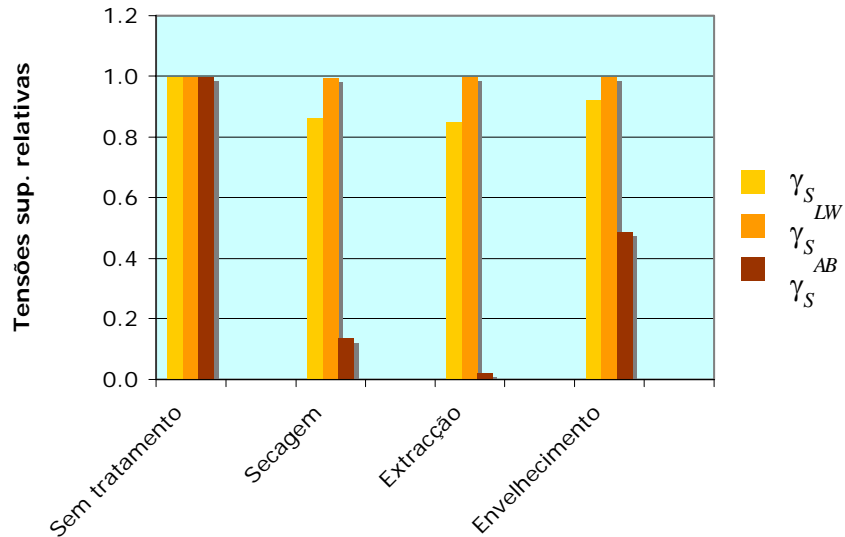


Fig. 4.12 – Valores da tensão superficial relativa: razão entre os valores da tensão superficial (e componentes LW e AB) do pinho submetido aos vários tratamentos e os obtidos para borne de pinho sem tratamento.

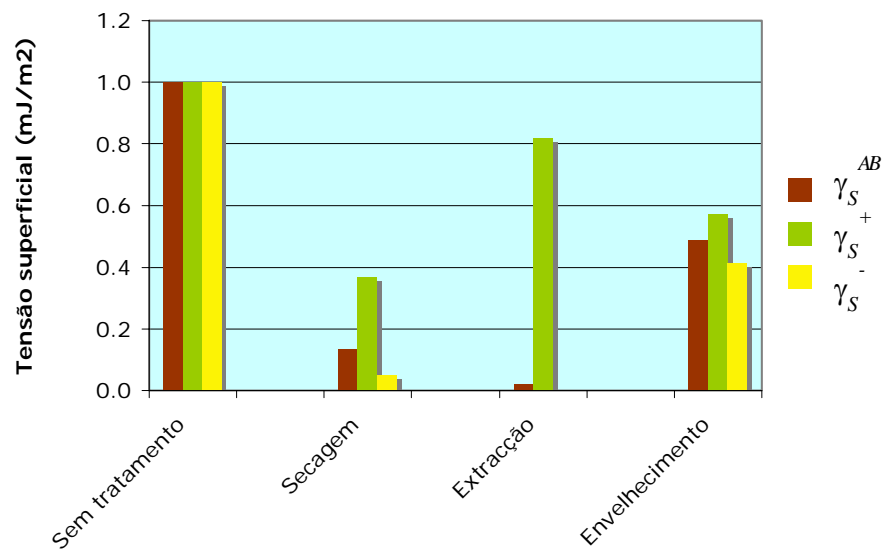


Fig. 4.13 – Valores da tensão superficial relativa: razão entre os valores componente AB (e respectivas componentes + e -) do pinho submetido aos vários tratamentos e os obtidos para borne de pinho sem tratamento.

Os resultados obtidos indicam, como seria de esperar, que a secagem excessiva diminui claramente a polaridade da superfície (componente ácido-base), principalmente no caso do borne. Quer para o borne, quer para o cerne, a secagem não tem praticamente efeito sobre a componente dispersiva, tal como já foi observado em estudos da literatura (Hora de Carvalho, 1990).

Estes resultados estão em bom acordo com os obtidos por Hora de Carvalho (1990) usando o método das duas fases líquidas para o carvalho francês. Portanto, pode-se concluir que existe uma diminuição das espécies polares na superfície que pode ter duas explicações: migração de extractivos (solúveis em água) que sofrem uma polimerização oxidativa ou os extractivos já estão presentes na superfície e a secagem a alta temperatura provoca a sua oxidação, transformando-os em polímeros não solúveis. No caso do pinho marítimo, Rozumek (1986) concluiu que o fenómeno mais importante era a migração de ácidos gordos.

O cerne e o borne, para além de terem anatomia diferente (e portanto diferente porosidade e rugosidade à superfície), a sua composição química é diferente, mas a presença de extractivos é em geral mais abundantes no borne. Por outro lado, a secagem também pode provocar uma modificação das paredes celulares expostas (compostas em grande parte por celulose que tem uma carácter polar apreciável) e a degradação das hemiceluloses amorfas. A formação de pontes éter poderá também explicar a diminuição de polaridade. No caso do borne, a diminuição da componente ácido-base resulta tanto da diminuição da componente ácido de Lewis, como da componente base de Lewis. No caso do cerne, o ligeiro aumento da componente ácido-base é devida a um aumento do carácter básico (componente base de Lewis-dadora de electrões).

A extracção com água provoca uma diminuição mais acentuada da tensão superficial total, devido à diminuição da componente polar, do que a secagem excessiva. Este resultado poderá ser explicado pelo facto da maior parte dos extractivos polares serem retirados pela água. Embora a componente ácida (aceitadora de electrões) diminua, quer para o borne, quer para o cerne, a componente básica (dadora de electrões) é nula. No caso do pinho marítimo, os extractivos mais abundantes são os ácidos resínicos (carácter polar), o que poderá explicar estes resultados.

O envelhecimento diminui bastante a polaridade da superfície. A diminuição da energia livre de superfície total é devido sobretudo a uma diminuição de espécies polares à superfície. Os mecanismos que podem explicar este facto são: migração de extractivos polares da superfície para o interior, oxidação da superfície da madeira ou dos extractivos presentes na superfície e adsorção de gases ou vapores contaminantes. Rozumek (1986) verificou que após o envelhecimento de superfícies de pinho marítimo extraído com água, as componentes dispersivas e polares praticamente se mantinham, tendo concluído que a difusão de compostos polares é preponderante. Este comportamento verifica-se para o borne, mas não para o cerne, o que poderá indicar que acção do ambiente é diferente para o borne e para o cerne. Embora a diminuição da componente ácido-base seja o reflexo da diminuição das duas componentes ácida e básica, de facto a componente básica contribui um pouco mais para essa diminuição do que a ácida. Estes resultados estão parcialmente de acordo com os obtidos por Gindl et al (2004) no caso do envelhecimento de superfícies de espruce obtidas num micrótomo. De facto observaram uma diminuição da componente básica, mas a componente ácida aumentou ligeiramente.

É também importante salientar que o envelhecimento foi feito à luz e portanto a exposição à luz em princípio acentuará os efeitos do envelhecimento. A exposição à luz provoca uma fotodegradação da superfície, principalmente devido à fotodegradação da lenhina. A absorção de radiação (UV, visível) origina a formação de radicais livres, que na presença do oxigénio produz estruturas responsáveis pela variação da cor (Hora de Carvalho, 1990). Em geral, na absorção de radiação UV e visível, a lenhina é responsável por 80-95 %, os hidratos de carbono por 5-20% e os extractivos por 2 % (Fengel e Weneger, 1984). No caso da lenhina, esta forte absorção da luz é atribuída a grupos hidroxifenólicos e carbonilos ligados anéis aromáticos. Devido à presença da lenhina, a celulose é protegida. Embora a lenhina não seja a componente da madeira com carácter mais polar, a fotodegradação da lenhina poderá conduzir a uma diminuição da componente ácido-base.

4.2 DETERMINAÇÃO DA MOLHABILIDADE DA MADEIRA PELAS RESINAS DE UREIA-FORMALDEÍDO

Após a medição dos ângulos de contacto com as 3 resinas (R345, R360 e R366), descrita no capítulo anterior, os cálculos efectuaram-se considerando para cada ensaio o valor do ângulo em equilíbrio, ou seja, a média dos 10 últimos ângulos obtidos na fase de difusão.

O planeamento de experiências e análise dos dados realizou-se usando a aplicação JMP. No planeamento de experiências foi considerado um plano factorial completo e foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para avaliar o nível de significância estatística dos efeitos dos diversos factores.

De acordo com o plano factorial completo seriam 96 ensaios ($2 \times 2 \times 2 \times 4 \times 3$), mas como se consideraram 6 réplicas de madeira de borne e 4 de madeira de cerne, o número total de ensaios é 480. Uma vez que em cada provete foram efectuados pelo menos 3 medições, teremos um total de 1440 medições efectivas dos ângulos de contacto em função do tempo (no máximo até 200 s).

Os factores e níveis considerados neste trabalho apresentam-se na tabela seguinte:

Tab. 4.7 : Factores e níveis considerados

Factores	Níveis			
	1	2	3	4
Espécies	Pinho	Eucalipto	-	-
Borne/Cerne	Borne	Cerne	-	-
Ardida	Normal	Ardida	-	-
Tratamento	Sem tratamento	Secagem excessiva	Extração com água	Envelhecimento
Resina	Cola 345	Cola 360	Cola 366	-

A figura seguinte apresenta a cinética de molhagem das amostras de pinho e eucalipto (retiradas apenas no borne), sem tratamento, pelas 3 resinas:

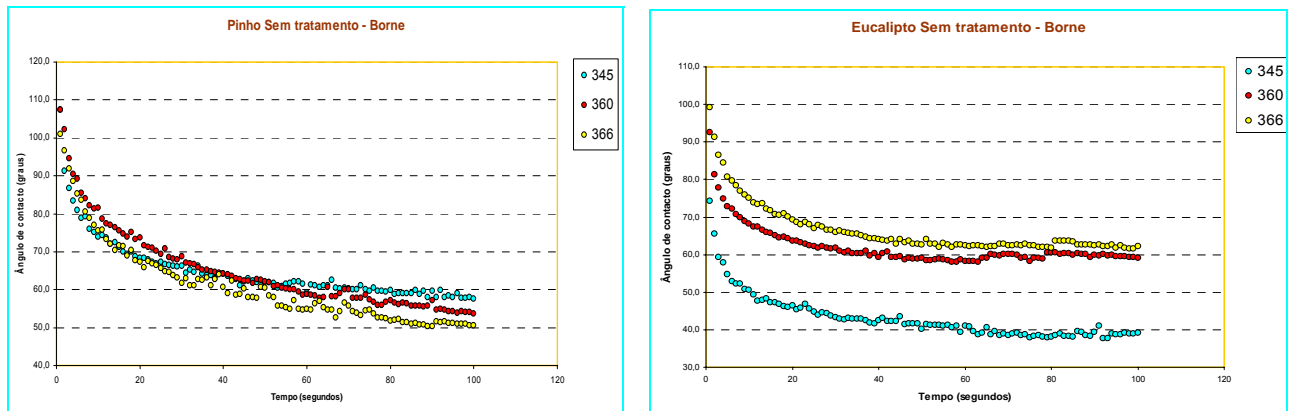


Fig. 4.14 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto (gotas na mesma amostra).

A variação da diminuição do ângulo de contacto em função do tempo é maior no início (fase de espalhamento) até que começa a estabilizar e entra em equilíbrio (fase de difusão). Este comportamento é geral e é o resultado da anatomia da madeira e influenciado pelas suas propriedades, mas também pelas propriedades das resinas como viscosidade e tensão superficial. Quanto menor a viscosidade maior a penetração do líquido na madeira.

Além disso, as resinas UF são dispersões coloidais de agregados de moléculas e a sua agregação constitui o modo normal do seu envelhecimento (*Despres and Pizzi, 2006, Ranita, 2006*). Como tal, o tamanho dos agregados deve ter uma influência importante, sobretudo durante o envelhecimento das resinas. As diferenças no comportamento de envelhecimento destas resinas poderão explicar diferenças no comportamento de espalhamento/difusão que estas exibem.

Um outro parâmetro das resinas que poderá também ter influência na tensão superficial é a razão F/U. Como foi relatado por Dunky (*2001, Scheikl e Dunky, 1996*), quanto mais elevada for a razão F/U, mais baixa é a sua tensão superficial. Portanto, é expectável que a resina 360 tenha uma molhabilidade na mesma amostra de madeira do que as outras resinas, o que se verifica no pinho mas não no eucalipto (Fig. 4.14). Scheikl e Dunky (*1998*) obtiveram ângulos de contacto mais baixos em *Pinus Sylvestris* (10° na madeira de início de estação e 20° na madeira de fim de estação) para uma resina UF com viscosidade igual a 250 mPa.s e razão F/U igual a 1,3, mas para uma resina com viscosidade 5670 mPa.s, obtiveram ângulos de contacto da mesma ordem de grandeza que os valores obtidos neste estudo. Esta discrepância poderá eventualmente ser atribuída ao aumento da viscosidade durante o envelhecimento ou à própria madeira. Embora a viscosidade das três resinas seja similar, esta propriedade não foi controlada durante o período em que decorreram os ensaios de molhabilidade. Por outro lado, deveria ter sido também controlada a idade das resinas utilizadas (conservadas a 5°C).

Verificou-se que embora com 1 mês de envelhecimento, a R345 tenha partículas mais pequenas do que as R360 e R366, ao fim de 168 dias esta resina aproxima-se dessas resinas e portanto, a distribuição de tamanhos das três resinas é muito similar. Por essas razões, será duvidoso explicar essas diferenças de molhabilidade com base nesses resultados de distribuição do tamanho de partículas.

A molhabilidade da madeira queimada em comparação com a madeira normal (não queimada) foi também analisada e encontra-se representada nas seguintes figuras:

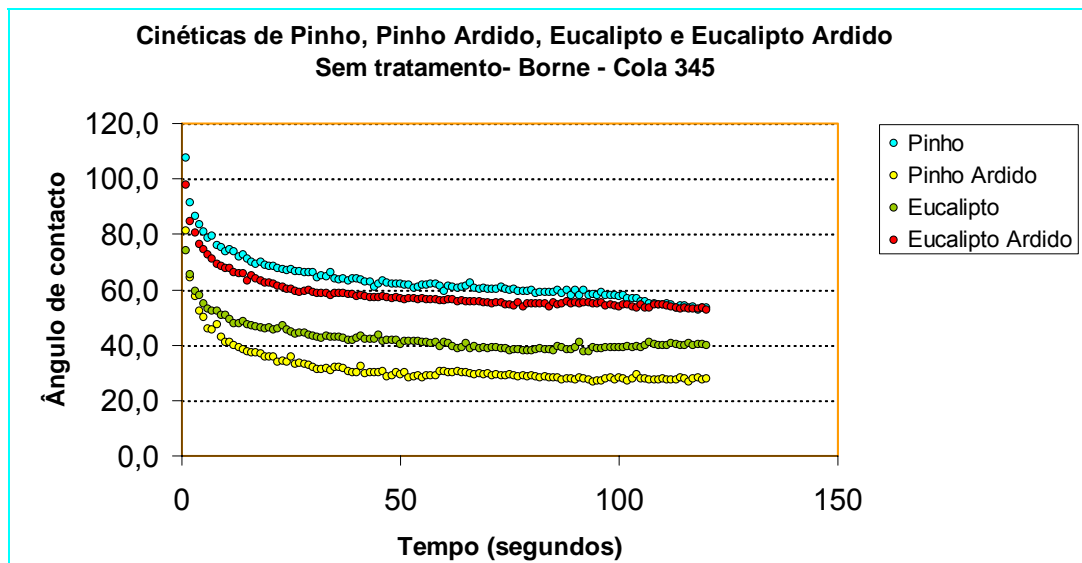


Fig 4.15– Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, sem tratamento (média).

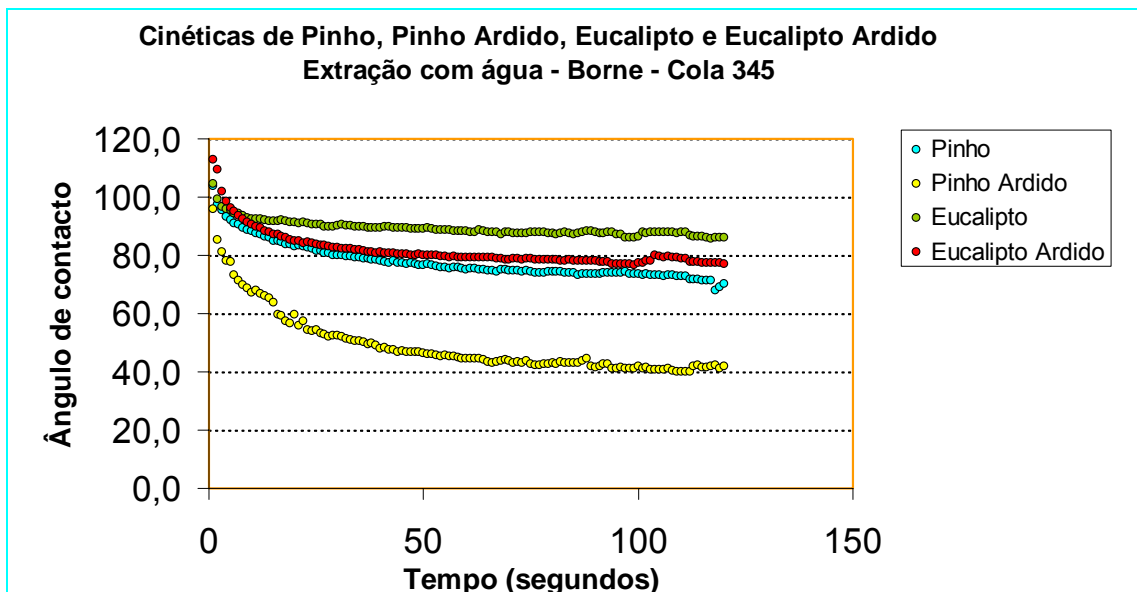


Fig 4.16 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, após extração com água (média).

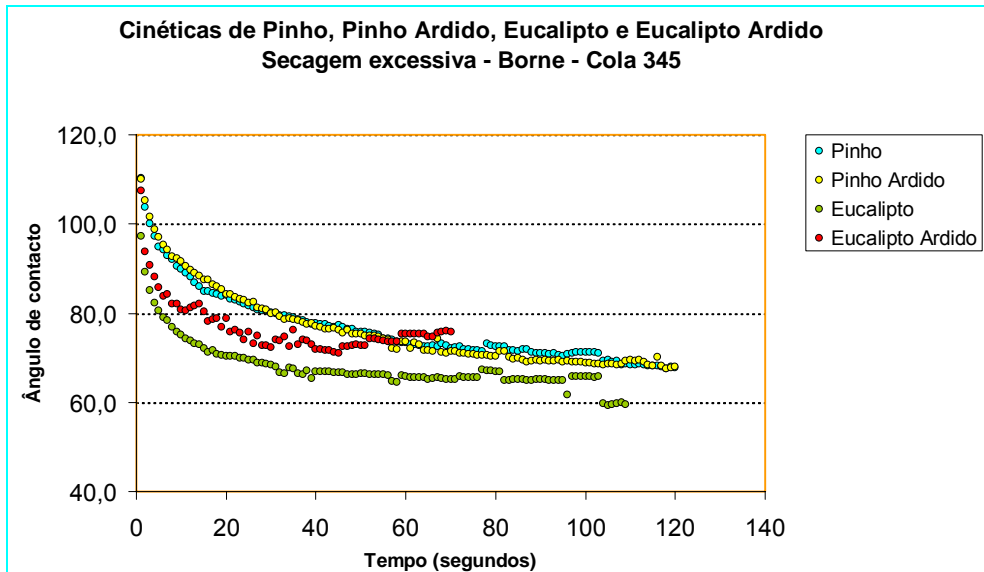


Fig 4.17 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, após secagem excessiva (média).

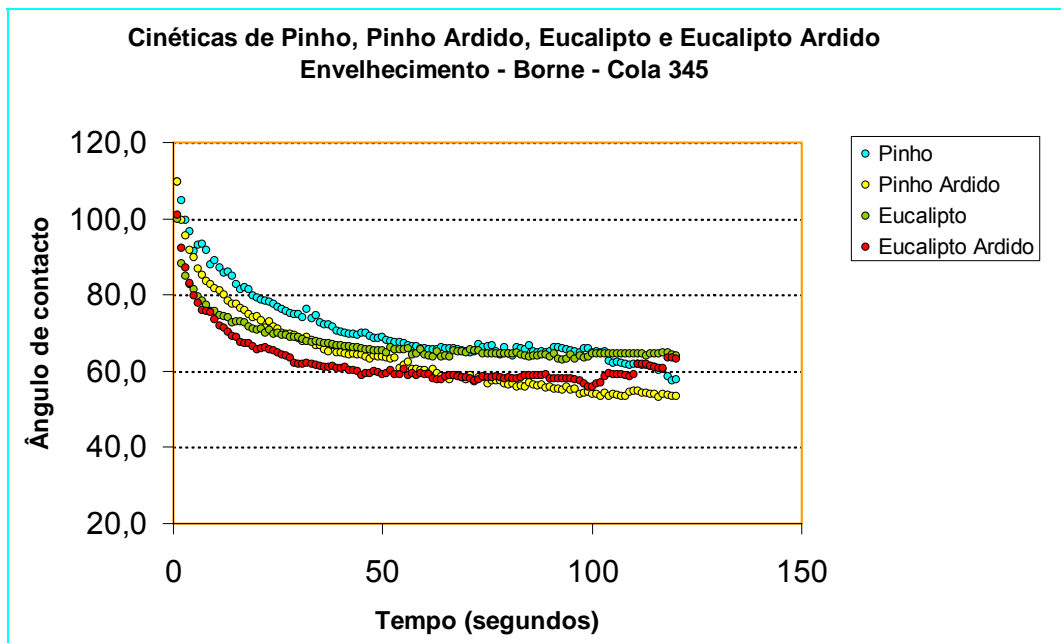


Fig 4.18 – Variação dos ângulos de contacto em função do tempo para o borne de pinho e eucalipto queimado e normal, após envelhecimento (média).

Podemos observar diferenças significativas entre as curvas dos ângulos de contacto (média de varias amostras) em função do tempo para madeira sem tratamento e após extracção com água, queimada e normal para o pinho, mas não para o eucalipto. Nos dois restantes tratamentos esta diferença é já menos acentuada.

Não existe na literatura nenhum trabalho sobre a molhabilidade da madeira exposta a fogos florestais. Contudo, algumas explicações podem ser avançadas para a diferença de molhabilidade entre a madeira queimada e normal, nomeadamente a migração ou evaporação de compostos hidrofóbicos existentes nas árvores expostas a elevadas temperaturas e a degradação dos constituintes da madeira (principalmente as hemiceluloses amorfas).

Quando a madeira é exposta a elevadas temperaturas, diversas reacções podem ocorrer que envolvem os constituintes da madeira, como a desidratação, hidrólise, despolimerização, descarboxilação e desacetilação. As modificações na madeira originadas por essas reacções vão depender da temperatura e do tempo de exposição. Entre 100 e 200 °C formam-se produtos não-combustíveis, como dióxido de carbono, compostos orgânicos e vapor de água (LeVan, 1989). A secagem a temperatura elevada produz emissões de compostos orgânicos voláteis como o formaldeído, ácido acético, monoterpenos, e resíduos condensáveis (resinas e ácidos gordos) (Keey et al., 2000). Os pinhos têm as emissões mais elevadas de compostos voláteis que a maioria das outras espécies mais comuns (sobretudo α e β pineno e produtos da hidrólise dos terpenos). De 200 to 300 °C, dá-se a pirólise de alguns componentes da madeira como a celulose e as hemiceluloses produzindo alcatrões e voláteis inflamáveis, mas a decomposição da lenhina só ocorre acima desta temperatura. No caso dos toros de madeira queimada utilizados, apenas a superfície externa (casca) parecia ter sido afectada pelo fogo, mas não se conhecem as condições de exposição.

A influência dos vários tratamentos na molhabilidade para pinho e eucalipto, borne e cerne (secagem excessiva, extracção com água, envelhecimento à luz) está também patente nas seguintes figuras:

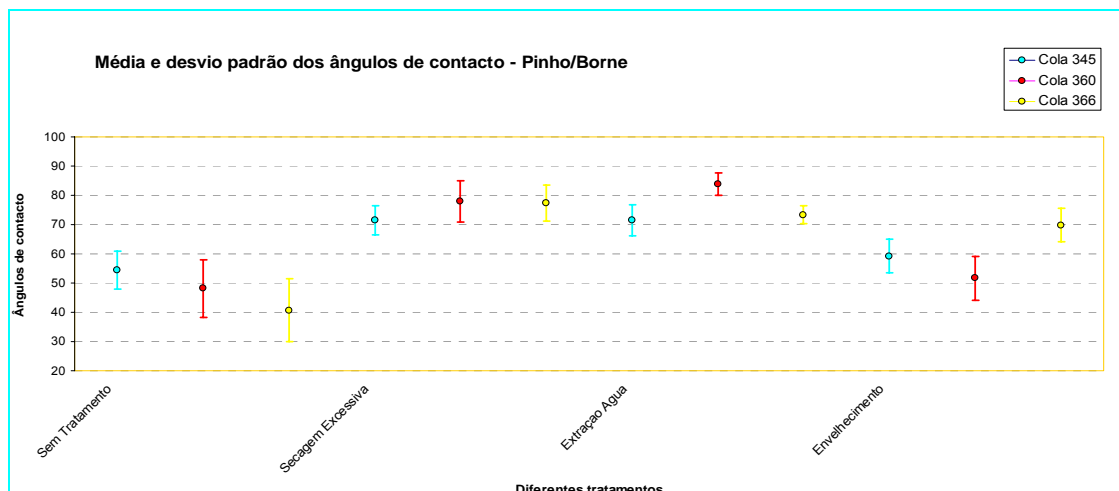


Fig 4.19 – Ângulos de contacto sobre pinho (borne) submetido aos vários tratamentos.

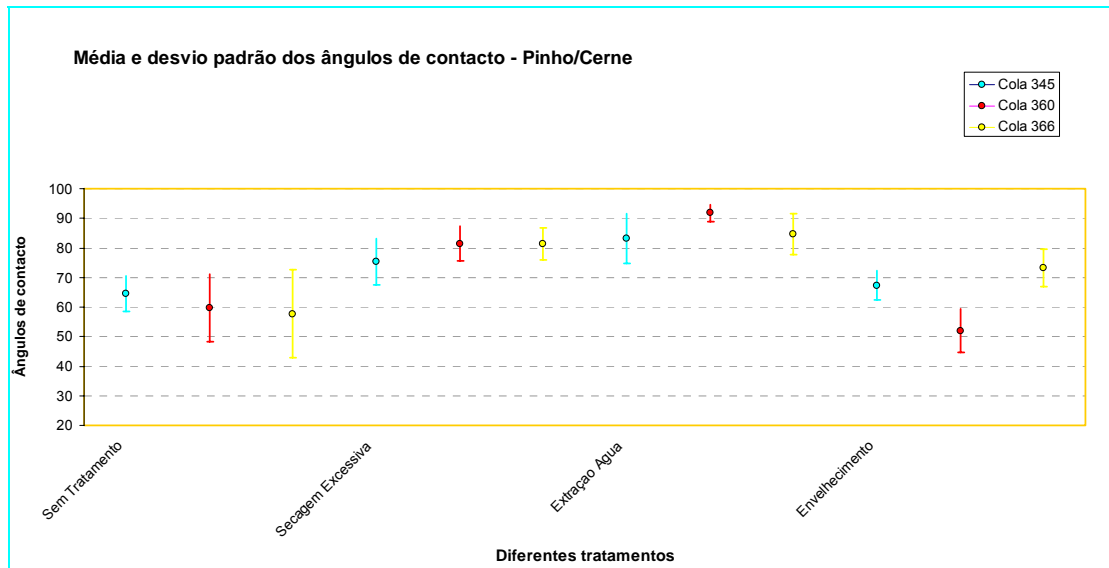


Fig 4.20 – Ângulos de contacto sobre pinho (cerne) submetido aos vários tratamentos.

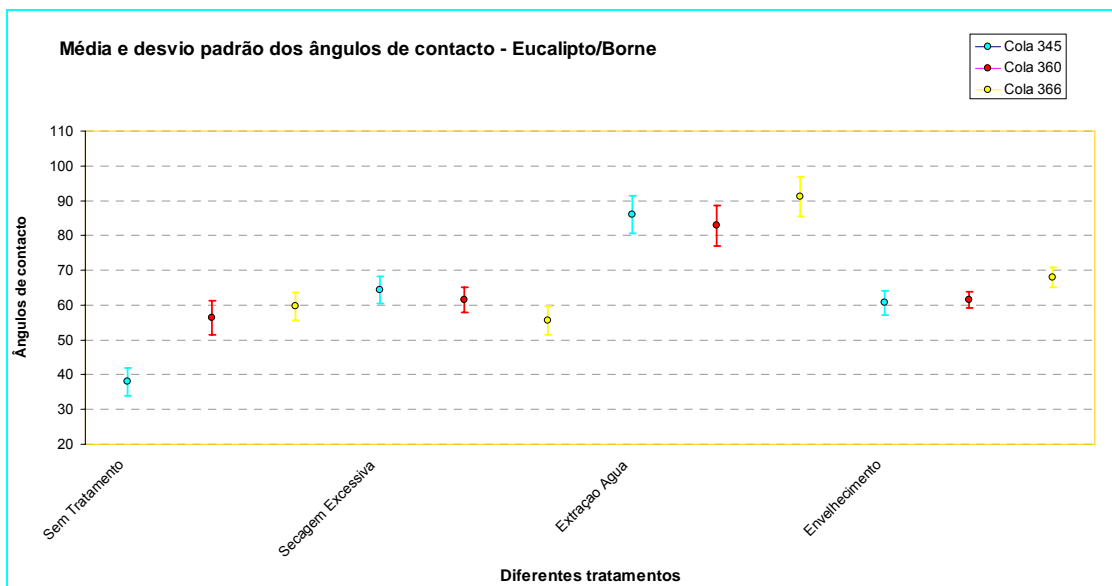


Fig 4.21 – Ângulos de contacto sobre eucalipto (borne) submetido aos vários tratamentos.

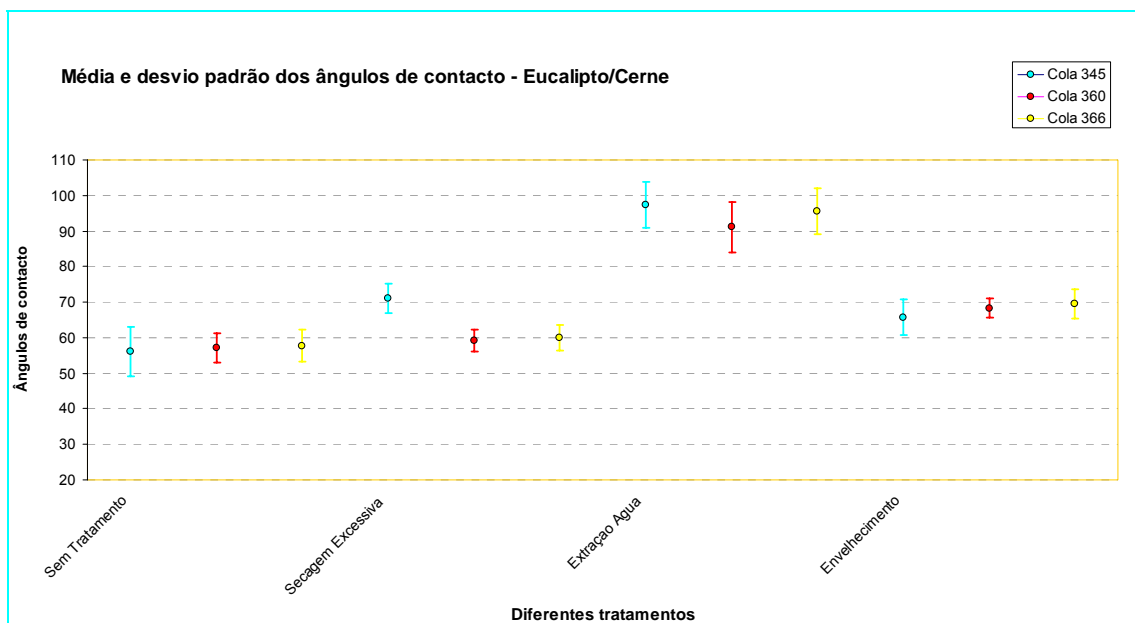


Fig 4.22 – Ângulos de contacto sobre eucalipto (cerne) submetido aos vários tratamentos.

A secagem e aquecimento excessivos deterioram as condições físicas da superfície da madeira, relativamente à adesão, forçando os extractivos hidrofóbicos a migrarem para a superfície, fechando irreversivelmente os microporos maiores da parede celular e reduzindo os sítios activos dos hidroxilos (*Suomi-Lindberg et al., 2001*). Portanto, espera-se que a molhabilidade da madeira diminua para todas as resinas UF.

A extração com água remove os extractivos polares da superfície, contribuindo assim para uma diminuição da tensão superficial da madeira e portanto da molhabilidade da superfície.

A inactivação da superfície também pode ocorrer como resultado do envelhecimento, devido à migração de extractivos hidrofóbicos, modificação química da superfície, adsorção de contaminantes químicos do ar. A diminuição da molhabilidade com a idade da superfície foi relatada por vários (*Nguyen and Johns, 1979; Gindl et al., 2004; Wålinder, 2000*) e os resultados estão de acordo com os obtidos por estes autores.

A tabela 4.8 mostra a tabela ANOVA para o modelo global considerando todos os factores e níveis usando a média. Este modelo decompõe a resposta (ângulo de contacto) numa média global, nos efeitos dos factores e num termo de erro. Os resultados obtidos para um teste F a nível de significância de 5% apontam para um valor de prova (valor p) inferior a 0,0001 e portanto existe evidência estatística que sustenta que os efeitos dos factores são altamente significativos. A raiz quadrada do desvio quadrático médio do erro estima o desvio padrão no interior de cada grupo, que pode ser associado à variabilidade interna e tem um valor de 14, o que indica uma variabilidade interna dos ângulos de

contacto bastante elevada. Devemos então verificar quais os factores que explicam a variação dos ângulos de contacto.

Tab 4.8 – ANOVA para o modelo global usando a media (+5%, ++1%, +++0,1%)

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Desvio quadrático médio	Razão F	Valor de prova	Nível de significância
Modelo	8	70500,1	8812,51	45,0341	<0,0001	+++
Erro	471	92167,71	195,69			
Total	479	162667,8				

A tabela 4.9 apresenta a ANOVA por factor. Verifica-se que todos os factores relacionados com a madeira (espécie, borne/cerne, madeira queimada ou não queimada) e o factor tratamento são bastante significativos, contrariamente ao tipo de resina que não é significativo.

Tab 4.9 – ANOVA por factor usando a média (+5%, ++1%, +++0,1%)

Factores	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Razão F	Valor de prova	Nível de significância
Espécie	1	2001,633	10,2288	0,0015	++
Borne/Cerne	1	8679,322	44,3535	<0,0001	+++
Queimado	1	8626,91	44,0857	<0,0001	+++
Tratamento	3	50627,147	86,2391	<0,0001	+++
Resina	2	565,085	1,4439	0,2371	Não significativo

Este tipo de análise é bastante importante tendo em conta o objectivo do presente projecto, ou seja verificar até que ponto o “mix” de madeira considerado (espécies/origens) irá afectar o desempenho das colas em termos de molhabilidade e adesão.

A figura 4.23 mostra os efeitos dos diferentes níveis dos factores nos ângulos de contacto. Esta análise foi realizada através do cálculo da média. Observa-se que o pinho tem uma molhabilidade ligeiramente superior ao eucalipto. Como seria de esperar, o borne tem ângulos de contacto menores do que o cerne (em geral de madeira mais densa). Relativamente aos tratamentos, observa-se que todos os tratamentos conduzem a uma diminuição da molhabilidade em relação à madeira “fresca”. Como foi confirmado atrás, para as diferentes resinas as diferenças são pouco significativas e em geral as três resinas têm uma molhabilidade relativamente fraca (média dos ângulos de contacto de cerca 62 graus), verificando-se uma ligeira tendência para um aumento do ângulo de contacto para a R366. Conclui-se que a influência do tipo de resina nas condições de colagem é marginal e estas condições devem ser estabelecidas considerando a composição do “mix” de madeira com vista à optimização da colagem para cumprir objectivos como por exemplo a redução do consumo de resina.

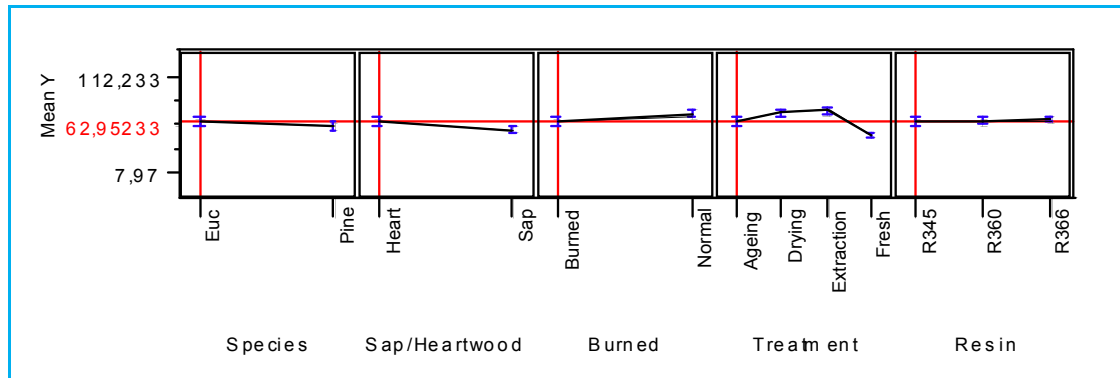


Fig 4.23 – Efeito dos níveis dos factores estudados nos ângulos de contacto das resinas (média).

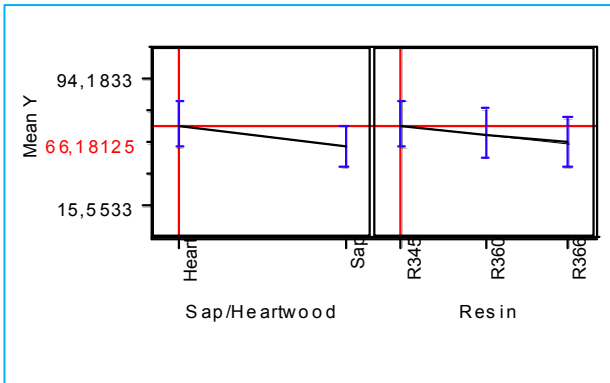
Das conclusões retiradas da ANOVA, ressalta a importância de se analisar a influência de dois factores separadamente. Na tabela 4.10 apresentam-se os resultados da ANOVA considerando dois factores, borne versus cerne e tipo de resina para cada uma das espécies considerando os outros factores fixos (madeira normal e “fresca”). Pode-se observar que a influência de cerne/borne é pouco significativa para ambas as espécies e que o factor resina é apenas significativo no caso do eucalipto.

Tab 4.10– Nível de significância estatística para os feitos de dois factores nos ângulos de contacto do pinho (madeira “fresca” e normal) e do eucalipto (madeira “fresca” e normal) -média (+5%, ++1%, +++0,1%)

Factores	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Razão F	Valor de prova	Nível de significância
Pinho					
Borne/Cerne	1	1204,1184	3,4357	0,0752	Não significativo
Resina	2	600,691	0,857	0,4361	Não significativo
Eucalipto					
Borne/Cerne	1	235,1532	2,4697	0,1282	Não significativo
Resina	2	1075,298	5,6466	0,0092	++

A Figura 4.24 apresenta os efeitos dos níveis desses dois factores nos ângulos de contacto das resinas para o pinho e eucalipto. Concluiu-se que o pinho tem uma média mais elevada do que o eucalipto para as três resinas. Para o eucalipto, observa-se o mesmo comportamento para as três resinas em comparação com os resultados obtidos nas mesmas amostras (ver figura 4.1). Para o pinho, a R366 continua a ter uma melhor molhabilidade, mas a ordem das outras duas não é a mesma relativamente aos resultados da figura 4.1.

Pinho



Eucalipto

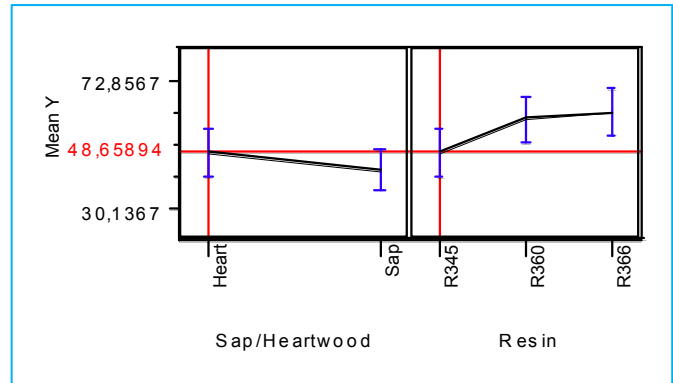


Fig 4.24 – Efeito dos níveis de dois factores (borne/cerne e tipo de resina) nos ângulos de contacto das resinas (média) para o pinho e o eucalipto.

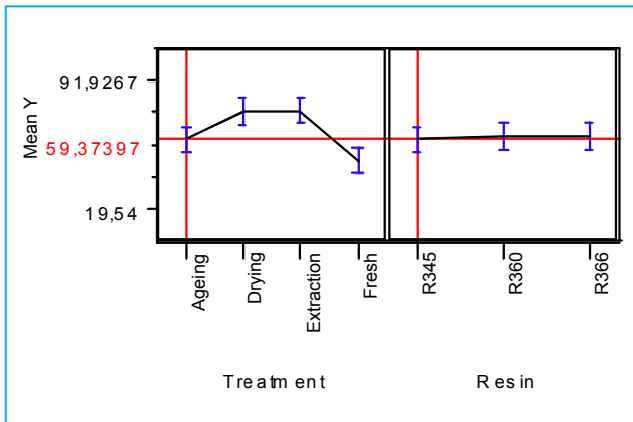
Os efeitos de dois factores, tratamento e resina são apresentados na tabela 4.5, considerando os outros factores fixos (borne e madeira normal não queimada). Para ambas as espécies, o tratamento é altamente significativo, mas o tipo de resina é apenas pouco significativo para o eucalipto.

Tab. 4.11 – Nível de significância estatística para os feitos de dois factores nos ângulos de contacto do pinho (borne e normal) e do eucalipto (borne e normal) -média (+5%, ++1%, +++0,1%)

Factores	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Razão F	Valor de prova	Nível de significância
Pinho					
Tratamento	3	10096,837	20,5435	<0,0001	+++
Resina	2	22,995	0,0702	0,9323	Não significativo
Eucalipto					
Tratamento	3	12199,359	49,8276	<0,0001	+++
Resina	2	485,569	2,9749	0,0579	Pouco significativo

Na figura 4.25 pode-se observar os efeitos dos níveis destes factores nos ângulo de contacto das resinas para o pinho e eucalipto. Embora a influência dos diferentes tratamentos não seja a mesma para as duas espécies, a madeira “fresca” tem como seria de esperar o ângulo de contacto mais baixo. Para o eucalipto, a pior molhabilidade verifica-se para a extracção com água, enquanto que para o pinho a secagem dá origem a ângulos de contacto tão elevados quanto a extracção com água.

Pinho



Eucalipto

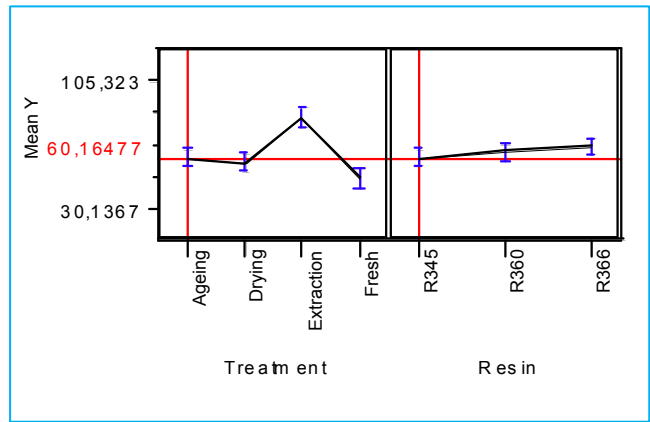


Fig 4.25 – Efeito dos níveis de dois factores (tratamento e tipo de resina) nos ângulos de contacto das resinas (média) para o pinho e o eucalipto.

O nível de significância estatística dos efeitos da madeira queimada e da resina na molhabilidade está patente na tabela 4.12. As diferenças obtidas nos ângulos de contacto explicadas pela madeira queimada são bastante significativos para pinho, mas não para o eucalipto. Por outro lado, o efeito da resina não é significativo para ambas as espécies.

Tab. 4.12 – Nível de significância estatística para os feitos de dois factores nos ângulos de contacto do pinho (borne e madeira fresca) e do eucalipto (borne e madeira fresca) -média (+5%, ++1%, +++0,1%)

Factores	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Razão F	Valor de prova	Nível de significância
Pinho					
Queimada	1	4654,5955	26,9588	<0,0001	+++
Resina	2	231,6636	0,6709	0,5183	Não significativo
Eucalipto					
Queimada	1	190,56269	1,3983	0,2457	Não significativo
Resina	2	453,12734	1,6625	0,2056	Não significativo

A figura 4.26 mostra que a madeira queimada tem ângulo de contacto mais baixo que a madeira normal, principalmente no caso do pinho. Este resultado poderá indicar que a superfície da madeira exposta ao fogo ser mais hidrofílica, do que a madeira normal, o que não seria de esperar ou eventualmente que a água é muito mais absorvida. O teor em água da madeira deveria ter sido controlado, uma vez que se a madeira estiver seca absorverá a água do adesivo rapidamente, contribuindo para que o escoamento do adesivo e a sua penetração na madeira sejam prejudicados.

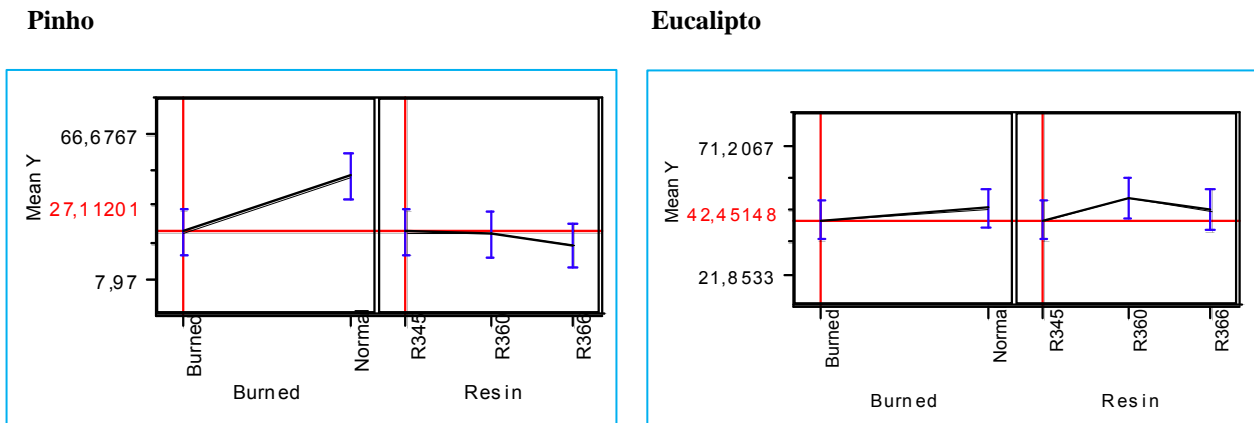


Fig 4.26 – Efeito dos níveis de dois factores (queimada e tipo de resina) nos ângulos de contacto das resinas (média) para o pinho e o eucalipto.

4.3 ENSAIOS MECÂNICOS ÀS COLAGENS

Na seguinte tabela podem ser observados os factores e níveis considerados neste trabalho. O planeamento de experiências e análise dos dados foi realizado usando a aplicação JMP.

No planeamento de experiências foi considerado um plano factorial completo e foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para avaliar o nível de significância estatística dos efeitos dos diversos factores. De acordo com o plano factorial completo seriam 36 ensaios (2x2x3x3), mas como se consideraram 3 réplicas (ensaios por provetes), o número total de provetes seria 108 (seriam necessárias 216 lamelas).

Tab. 4.13 – Factores e níveis considerados para o estudo de adesão das resinas à madeira:

Factores	Níveis		
	1	2	3
Espécie	Pinho (P)	Eucalipto (E)	-
Teor em água	H0	HA	-
Temperatura de prensagem	105 (T1)	130 (T2)	150 (T3)
Resina	R360 (R1)	R366 (R2)	R345 (R3)

Nas figuras seguintes pode observar-se a evolução da temperatura numa junta de cola, durante a prensagem. A Figura 4.27 mostra uma comparação para as três colas estudadas do efeito de três temperaturas de prensagem para as amostras de pinho com teor em água H0. Este é o caso mais desfavorável, uma vez que a transferência de calor por condução diminui com a humidade. Como se pode observar nesta figura, as amostras prensadas a 105 °C, não atingiam a temperatura necessária à cura ao fim dos dois minutos. Estas condições (105 °C, H0) foram as que conduziram, à partida a uma menor condutividade térmica da madeira.

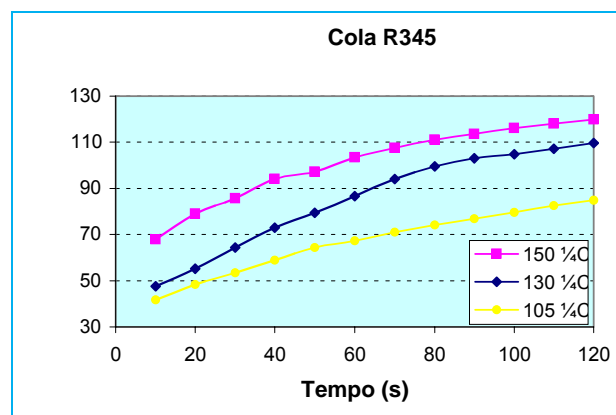
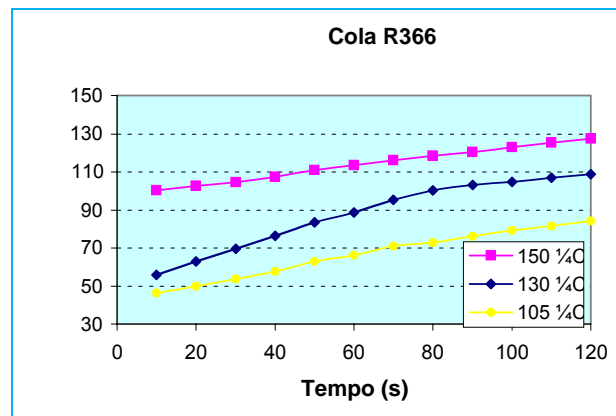
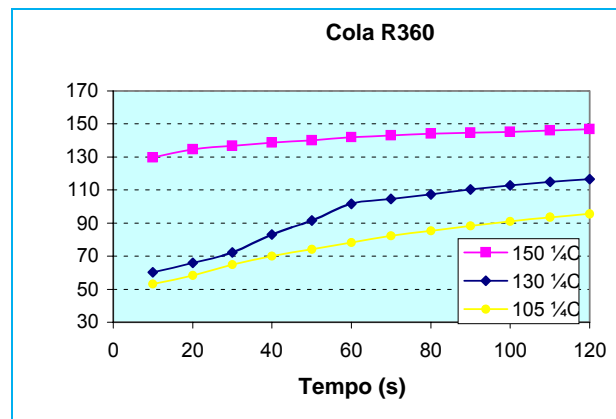
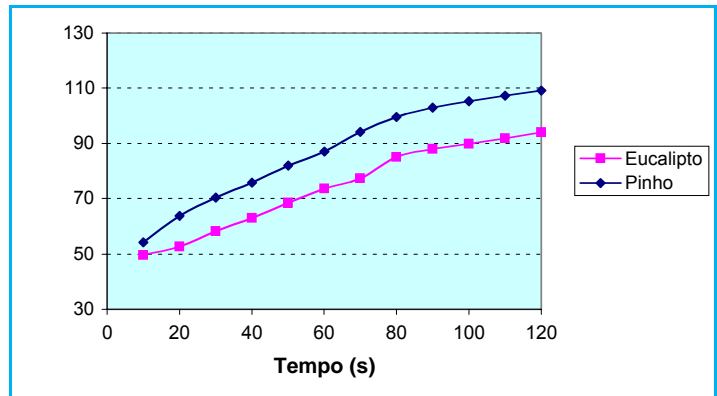


Fig. 4.27- Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para as três temperaturas de prensagem e para as três resinas estudadas (teor em água H₀)

A Figura 4.28 apresenta uma comparação entre as duas espécies da evolução da temperatura numa junta de cola durante a prensagem. Como seria de esperar, é notório que no eucalipto o aumento da temperatura é mais lento, provavelmente devido à sua maior densidade e consequente menor condutividade térmica.

Fig. 4.28 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para o pinho e o eucalipto (resina R366; temperatura de prensagem=130 °C; teor em água HA).



Por essa razão, as condições de prensagem têm que ter em conta não só a temperatura de cura da resina, mas também a transferência de calor na madeira.

Na figura 4.29 pode-se observar o efeito do teor em água na evolução da temperatura durante a prensagem. Um maior teor em água conduz naturalmente a uma aumento da condutividade térmica da madeira e portanto um aumento mais rápido da temperatura na junta.

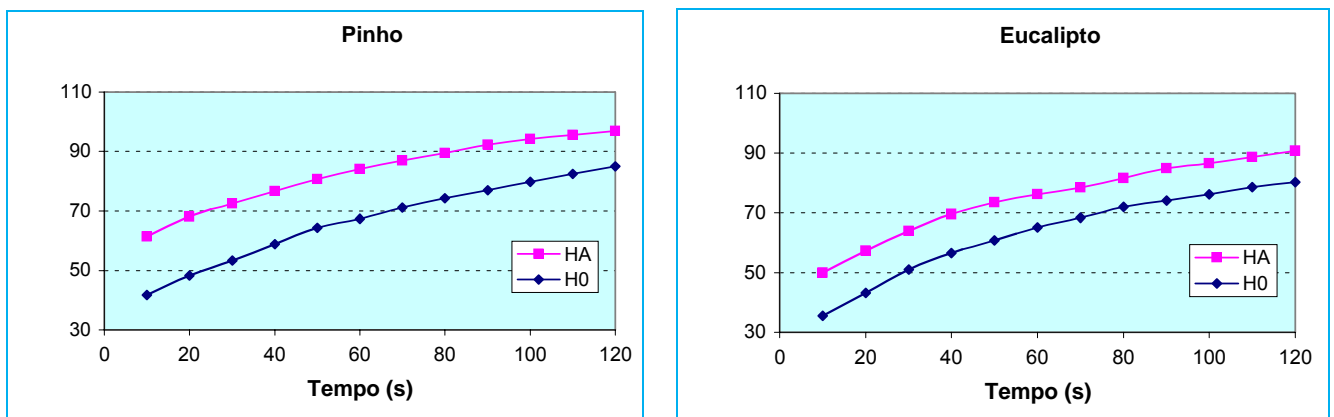


Fig. 4.29 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para o pinho e o eucalipto e para os teores em água H0 e HA (Temperatura de prensagem=105 °C; resina R345).

A figura 4.30 mostra uma comparação das três resinas estudadas (para a temperatura de prensagem de 105 °C), e pode observar-se que no pinho a resina R360 tem uma evolução mais rápida do que as R366 e R345, e no pinho a evolução da temperatura é muito próxima nas três resinas. Como é visível nestas figuras a resina ainda não atingiu a sua temperatura de cura. Com efeito, nos ensaios de DSC, tinha-se verificado que a temperatura de cura não era muito diferente para as três resinas (95,7 °C para a R360; 96,4 °C para R366 e 94,6 °C para a R345), mas a entalpia de cura era mais baixa para a R345 (47 J/g) e as outras resinas tinham valores próximos (60 e 62 J/g para a R366 e R360). Portanto, a libertação de energia durante a cura da resina não deverá ainda ter efeito na evolução da temperatura na junta de cola.

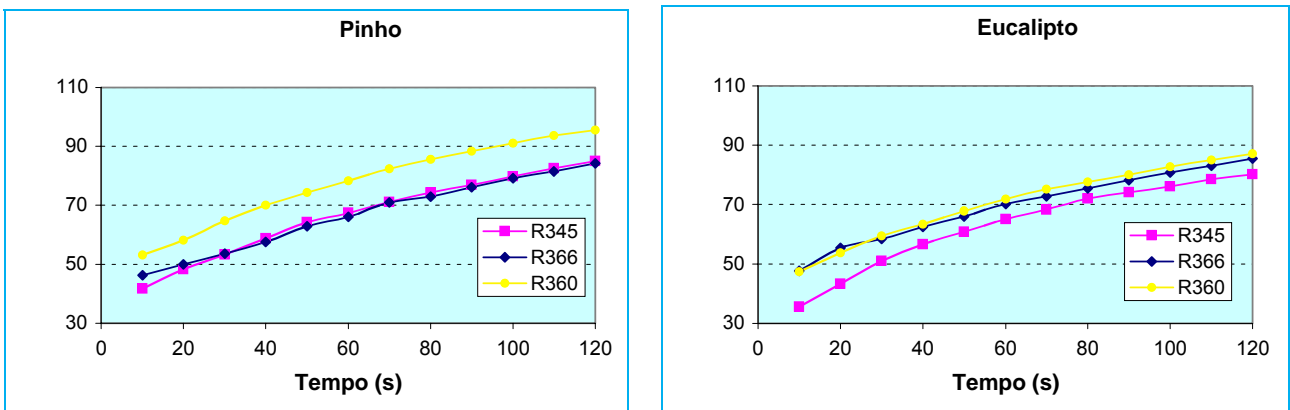


Fig. 4.30 - Variação da temperatura (junta de cola) ao longo do tempo de prensagem para o pinho e o eucalipto e para as três resinas (temperatura de prensagem=105 °C; teor em água H₀).

Nos ensaios mecânicos, rejeitaram-se alguns provetes (uns em que foi colocado o termopar e outros em que não foi possível medir a força de rotura) (dos 111 provetes testados, 24 foram rejeitados, restando 54 provetes de pinho e 33 de eucalipto).

Na figura 4.31 apresenta-se o efeito da temperatura de prensagem na resistência ao corte (avaliado pela tensão de rotura) das três resinas, considerando a média e o desvio padrão (inclui-se todas as amostras). Desta figura, pode concluir-se que para as três temperaturas estudadas, a resina R366 tem o melhor comportamento em termos de adesão à madeira, seguida pela R345 e pela R360. Pode-se avançar com uma hipótese para explicar estes resultados, que é o facto da resina R360 ter uma razão F/U baixa (1,08) e portanto essa resina não ficar, após a cura, com um grau de reticulação tão elevado como as outras duas. À partida seria de esperar que a R345 (F/U=1,3) tivesse um melhor desempenho mecânico que a R366, dado que a razão F/U é ligeiramente mais elevada e também por ser mais reactiva. No entanto, as condições de síntese também influenciam o grau de reticulação final da resina, ou seja resinas com o mesma razão F/U poderão conduzir a diferentes resistências de colagem.

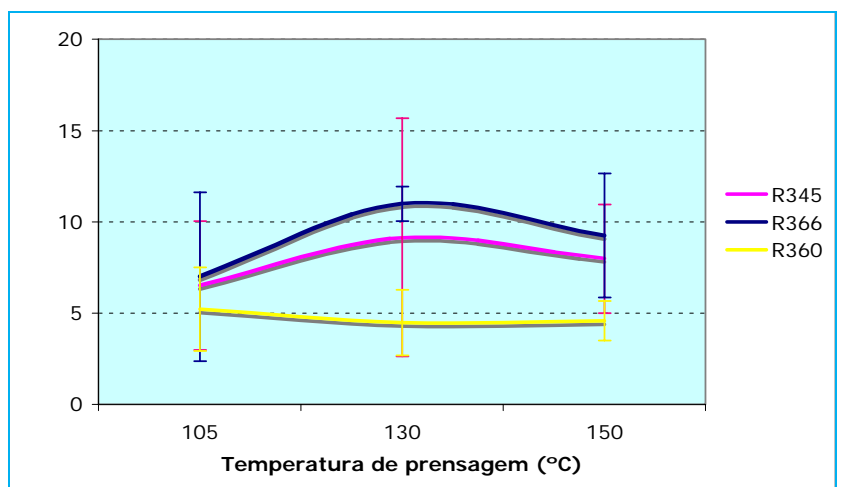


Fig. 4.31 – Variação da tensão de rotura com a temperatura de prensagem para as três resinas (média e desvio padrão).

Na figura 4.31 pode observar-se que o desvio padrão é elevado e que a média mais baixa obtida foi de 4,5 MPa. O melhor resultado obtido (29,5 MPa) foi para o eucalipto, resina R366, temperatura de prensagem igual a 130 °C e teor em água HA. O pior resultado obtido (0,61 MPa) foi para o pinho, resina R360, temperatura de prensagem 105 °C e teor em água H0. No entanto, mesmo neste provete, a percentagem de rotura coesiva na madeira foi de pelo menos 50 %. Se tivermos em conta que a resistência mínima para a classe C1 (acondicionamento 7 dias em ambiente a 20 °C e 65 % de humidade relativa) é 10 MPa (Norma EN 12765), verificou-se que para a resina R360 a percentagem de provetes com resistência abaixo deste valor foi de 95% e para as outras duas de 78%. Estes resultados poderão ser explicados pelo facto destas espécies terem um comportamento de adesão diferente (maiores dificuldades de colagem) em relação à faia, que é a espécie exigida por esta norma. Além disso e tendo em conta que na maioria das amostras a percentagem de rotura coesiva era superior a 50 %, era de esperar que as tensões de rotura obtidas fossem mais baixas no caso do pinho do que o valor estipulado na norma, uma vez que tensão de rotura ao corte longitudinal do pinho bravo é bastante mais baixa (6 MPa) do que a da faia (9 MPa). No caso do eucalipto esta explicação não será válida uma vez que a tensão de rotura ao corte do eucalipto é muito mais elevada (16 MPa) Por outro lado, poderá ser avançada a hipótese do tempo de prensagem ter sido insuficiente, o que é provável tendo em conta a evolução da temperatura da linha de cola (infelizmente só foi seguida até dois minutos após o fecho da prensa) e as reactividades das colas.

Na figura 4.32 pode observar-se o efeito do teor em água na resistência de colagem. Um teor em água da madeira mais elevado conduz nas três resinas a uma resistência da colagem mais elevada. Confirma-se novamente que a R360 tem o pior desempenho mecânico. No entanto, o desempenho relativo das outras duas é diferente; para o teor de humidade baixo, a R345 é ligeiramente melhor que a R366, enquanto que para o teor em água mais elevado, a R366 é claramente melhor que a R345.

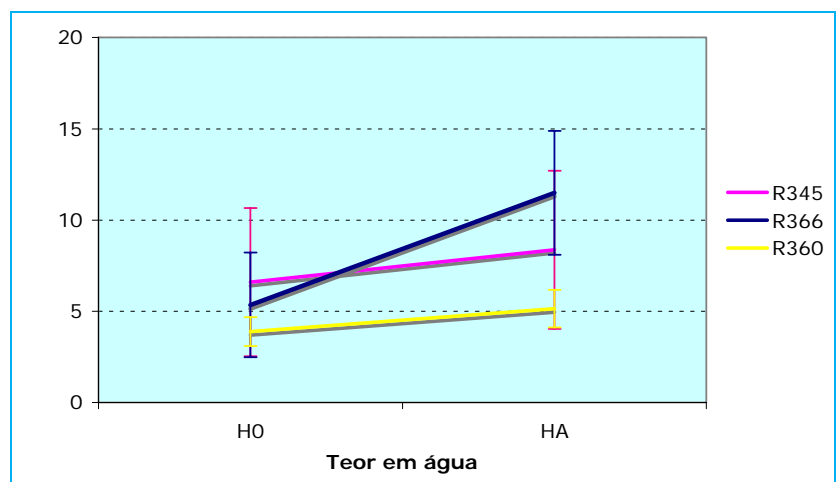


Fig. 4.32 – Variação da tensão de rotura com o teor em água para as três resinas (média e desvio padrão).

Na Tabela 4.14 apresentam-se os resultados da ANOVA por factor. Verifica-se que todos os factores considerados são significativos, embora o factor espécie e o factor resina sejam mais significativos que a temperatura de prensagem e o teor em água. A tabela apresenta os efeitos dos níveis desses factores.

Tabela 4.14 – ANOVA por factor usando a média (+5%, ++1%, +++0,1%)

Factores	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Razão F	Valor de prova	Nível de significância
Espécie	1	175,20571	8,1563	0,0055	++
Resina	2	239,10114	5,5654	0,0055	++
Temperatura de prensagem	2	134,49141	3,1305	0,0491	+
Teor em água	1	97,03380	4,5172	0,0366	+

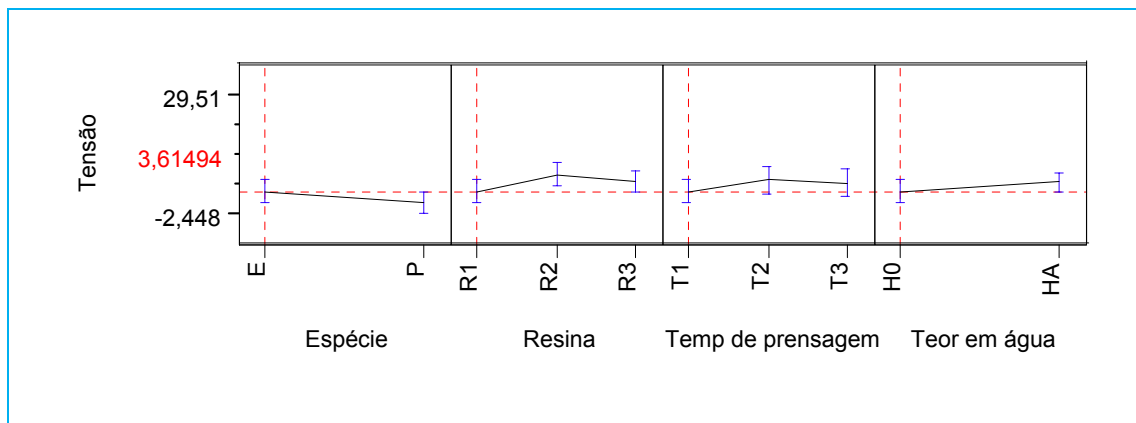


Figura 4.33 – Efeito dos níveis dos factores estudados na resistência ao corte (tensão em MPa).

Desta tabela pode-se concluir que o pinho tem uma resistência de colagem mais importante que o eucalipto. A R366 é a resina com melhor desempenho e a R360 a que tem pior desempenho. A melhor temperatura de prensagem é 130 °C e o teor em água mais elevado conduz a resistências de colagem mais elevadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Neste trabalho determinou-se a tensão superficial total e as componentes Lifshitz-van der Waals (LW) e ácido-base (AB) de acordo com o método ácido-base. Compararam-se os valores obtidos para o pinho e eucalipto e para provetes destas espécies provenientes de toros expostos ao fogo, tendo-se chegado às seguintes conclusões:

- As forças LW representam a maior contribuição para a tensão superficial da madeira, para as duas espécies e os seus valores são praticamente iguais;

- A componente devido a forças de natureza polar (AB) é mais elevada para o eucalipto, em resultado da maior contribuição da componente dadora de electrões, significando provavelmente um maior carácter alcalino dos extractivos presentes na superfície;

- A madeira queimada tem valores da componente AB bastante diferentes da madeira normal. O pinho queimado apresenta valores muito elevados da componente ácido-base, devido a uma grande contribuição da componente básica. No eucalipto, os resultados são inversos, verificando-se que a madeira queimada tem uma componente AB mais baixa do que a madeira normal.

Foi também estudada a influência de 3 tratamentos, secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento na tensão superficial e respectivas componentes para o pinho. A comparação dos valores médios da madeira sem tratamento e após tratamento permitiu tirar as seguintes conclusões:

- Todos os tratamentos conduzem a uma diminuição da tensão superficial devido à diminuição da componente AB, pois a componente LW mantém-se praticamente inalterada. Essa tendência verifica-se claramente para o borne, mas para o cerne os resultados são contraditórios, o que indica que o factor que controla essas modificações (p. ex. a presença de extractivos polares) não será o mesmo;

- A maior parte do carácter ácido-base do pinho provém da componente aceitadora de electrões (carácter ácido), excepto para o cerne de madeira envelhecida;

- A extracção com água evidenciou o papel dos extractivos polares na superfície do pinho. A presença de extractivos polares favorece a molhabilidade. Após extracção o valor da componente polar (AB) é nitidamente mais baixa, sendo a componente básica nula;

- A secagem também provoca uma diminuição da polaridade da superfície que pode ser atribuída à oxidação dos constituintes da madeira ou eventualmente a migração de ácidos gordos para a superfície;

- O envelhecimento à luz inibe a molhabilidade, devido a uma diminuição da polaridade da superfície. Esta diminuição é devida à diminuição da componente básica, o que poderá ser atribuída sobretudo à oxidação da superfície, que deverá ser mais acentuada com exposição à luz, devido à foto-oxidação da lenhina e eventual alteração nos extractivos.

Numa segunda fase, estudou-se a molhabilidade do pinho marítimo (*Pinus pinaster*) e do eucalipto (*Eucalyptus globulus*) por resinas UF de diferentes composições. Foram estudados os efeitos dos seguintes factores e níveis:

- Espécie (pinho e eucalipto);
- Borne/cerne;
- Madeira queimada/normal;
- Tratamento (secagem excessiva, extracção com água e envelhecimento);
- Três resinas comerciais.

Para este “mix” de madeira, que se pode considerar ser representativo do “mix” actualmente utilizado no fabrico de aglomerado de partículas, a ANOVA mostrou que todos os factores são muito significativos excepto o tipo de resina.

Estes resultados parecem evidenciar que, no que diz respeito à molhabilidade, o aspecto mais importante serão as condições de colagem e não o tipo de resina utilizado (obviamente com características similares às resinas comerciais consideradas).

A ANOVA realizada para cada espécie separadamente e usando apenas dois factores (um relacionado com a madeira e o tipo de resina) permitiu tirar-se às seguintes conclusões:

- A interacção que se verifica entre a superfície da madeira e as resinas UF não é a mesma para ambas as espécies. A natureza química e a anatomia das superfícies do pinho e do eucalipto parecem ter contribuições diferentes no comportamento de molhagem destas espécies;

- Embora o efeito borne/cerne na molhabilidade seja mais importante que o tipo de resina utilizada, pode-se afirmar que a o eucalipto tem uma molhabilidade ligeiramente mais elevada do que o pinho, pelas diferentes resinas. A resina R366 exhibe uma melhor molhabilidade do que as resinas R345 e R360 no caso do pinho, mas para o eucalipto, a ordem em sentido descendente de molhabilidade é R345, R360 e R366. Os efeitos das propriedades das resinas na molhabilidade, como a viscosidade, a razão F/U e, principalmente, a agregação coloidal que se verifica durante o envelhecimento, deverão ser focados em investigações futuras. No entanto, poderá adiantar-se que a viscosidade tem um efeito importante e o facto das três resinas terem viscosidades semelhantes poderá explicar ter-se verificado que o factor resina não é significativo. Por essa razão uma comparação com os resultados de distribuição de tamanhos de partículas, torna-se inútil;

- O factor tratamento é, como já foi dito, consideravelmente mais significativo do que a resina. Todos os tratamentos conduzem a um abaixamento da tensão superficial da madeira e portanto conferem uma pior molhabilidade em relação à madeira “fresca” (superfície não tratada). O efeito deste factor é diferente para o pinho e para o eucalipto;

- A utilização de madeira exposta a fogos florestais parece não afectar negativamente a molhabilidade. No entanto, uma maior rapidez na absorção da resina, mais visível no caso do pinho,

poderá dar origem a juntas de cola pouco espessas, o que obrigaria a um maior consumo de cola para se manter o desempenho do aglomerado de partículas.

Por fim, numa terceira fase do trabalho, pretendeu-se comparar o desempenho mecânico (qualidade de colagem) das três resinas ureia-formaldeído comerciais utilizadas no estudo de molhabilidade.

Para tal prepararam-se amostras de madeira coladas (de face) e procedeu-se à cura da resina por prensagem a quente. A avaliação da resistência mecânica das ligações coladas foi efectuada através de ensaios de tracção (EN 205) numa máquina de ensaios universal.

Os factores estudados foram:

- Espécie (pinho e eucalipto);
- Temperatura de prensagem (105 °C, 130 °C, 150 °C);
- Teor em água da madeira (HA-teor em água da madeira em equilíbrio com o ar ambiente; H0-teor em água da madeira seca em estufa);
- Tipo de resina (R360, R366 e R345).

Estudou-se a evolução da temperatura numa junta de cola durante a prensagem, com o objectivo de se verificar se o tempo de prensagem considerado era suficiente para a cura da resina (soma do tempo necessário para se atingir a temperatura de cura e do tempo de gelificação) nas várias condições de prensagem.

Realizou-se a ANOVA por factor tendo-se verificado que todos os factores eram significativos, especialmente a espécie e o tipo de resina. A partir destes resultados, analisaram-se os efeitos dos níveis dos diversos factores, tendo-se obtido as seguintes conclusões:

- O eucalipto tem uma resistência de colagem mais relevante que o pinho.
- A R366 é a resina com melhor desempenho e a R360 a que tem pior desempenho;
- A melhor temperatura de prensagem é 130 °C;
- O teor em água mais elevado (HA=10 %) conduz a resistências de colagem mais elevadas;

Verificou-se também que a maioria dos provetes (sobretudo para a resina R360) não cumpria o requisito mínimo da norma EN12765 (a resistência adesiva deverá ser superior a 10 MPa), o que poderá ser eventualmente atribuído a dificuldades de colagem destas espécies em relação à faia (espécie exigida na norma), ou eventualmente o tempo de prensagem ter sido insuficiente.

Concluiu-se também que em futuros estudos de desempenho mecânico das colagens de resinas fabricadas com diferentes formulações ou condições de síntese, poderá ser utilizado o mesmo procedimento, mas as condições de prensagem deverão ser ajustadas (por exemplo o tempo de prensagem). No entanto, e uma vez que aplicação final destas resinas é o aglomerado de partículas ou MDF, deverá ser feita uma bateria de ensaios de prensagem de aglomerado de partículas e a avaliação da resistência interna das placas produzidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✦ Andrade, J.D., Gregonis, D.E., Smith, L.M. (1985) *Polymer surface dynamics. In: Surface and Interfacial Aspects of Biomedical Polymers. Vol. 1. Surface Chemistry and Physics.* pp. 282–283. Plenum Press, New York.
- ✦ Barbu, M.; Resch, H. “Aspects regarding the surface quality of MDF-Lightboard”. Institute for Wood Research, University for Natural Resources Vienna, Austria.
- ✦ Barbu, M.; Resch, H.; Pruckner, M. “The wettability of medium density fibreboards”. Institute for Wood Research, University for Agricultural Sciences Vienna, Austria.
- ✦ Berg, J.C. (1993) Chapter 2. Role of acid-base interactions in wetting and related phenomena. In: *Wettability.* ed. J.C. Berg. pp. 75–148, Marcel Dekker, New York.
- ✦ Billiani, J., Lederer, K., Dunky, M. (1990) “Untersuchung der molmassenverteilung von harnstoff-formaldehyd-leimharzen durch GPC gekoppelt mit lichtstreuung”, *Angew Makromol Chem.*, 180, 199-208.
- ✦ Carvalho, A., (1996) *Madeiras Portuguesas- Estrutura anatómica, propriedades, utilização.* Vol I, Instituto Florestal, Lisboa.
- ✦ Carvalho, L. “Caracterisation Physico-Chimique de la Surface du Chêne Pedunculé”. Diplome d’Études Approfondies”. Sciences du Bois, ESSTIB-Université de Nancy I, 1990.
- ✦ Carvalho, L.M.H.(1999) PhD Thesis: “Medium Density Fibreboard (MDF) Pressing Operation Study-Batch Press”; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, May.
- ✦ Carvalho, L. M. H.; Costa, M., R. P. F. N.; Costa, C. A. V. (2006) “A Very Simple Empirical Kinetic Model of the Acid-Catalyzed Cure of Urea–Formaldehyde Resins”, *J Appl Polym Sci*, 102, 5977-5987.
- ✦ Chow, S.; Steiner, P. R.(1975) “Catalytic, exothermic reactions of urea-formaldehyde resins”, *Holzforschung*, 29, 4-10.
- ✦ Coelho, C. Influence de l’Usinage du Bois sur les Caractéristiques Objectives et sur la Perception Subjective de l’Aspect d’une Finition. Tese de Douturamento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2005.
- ✦ Christiansen, A.W. (1994) Effect of overdrying of yellow-poplar veneer on physical properties and bonding. *Holz Roh- Werkst.*, 52, 139-149.

- ✦ Deng, Y.; Abazeri M. (1997) "Contact angle measurement of wood fibers in surfactant and polymer solutions"; Institute of Paper Science and Technology, Atlanta.
- ✦ Despres, A., Pizzi, A. (2006) Colloidal aggregation of aminoplastic polycondensation resins: Urea-formaldehyde versus melamine-formaldehyde and melamine-urea-formaldehyde resins. *J. of Appl. Polym. Sci.*, 100, 1406-1412.
- ✦ Dunky, M. (1998) Urea-formaldehyde (UF) Adhesives Resins for Wood. *Int. J. Adhes. Adhes.*, 18, 95-107.
- ✦ Dunky, M. (2001) Influence of the adhesive on the bonding process and the properties of wooden products. In: *COST Action E13: Wood Adhesion and Glued Products*, State of the art Report, Manfred Dunky ed., pp. 146-154., EC, Brussels.
- ✦ Dunky, M. (2004) "Adhesives Based on Formaldehyde Condensation Resins", *Macromol Symp*, 217, 417-430.
- ✦ Elbez, G. (1978) Étude de la mouillabilité du bois. *Holzforschung*, 32 (3), 82-92.
- ✦ Ebdon, J.; Heaton, P. E. (1977) "Characterization of urea-formaldehyde adducts and resins by ¹³C NMR spectroscopy", *Polymer*, 18, 971.
- ✦ Ebewele, R. O.; River, B.H.; Myers, G. E. (1994) "Behavior of amine-modified urea-formaldehyde bonded wood joints at low formaldehyde/urea molar ratios", *J Appl Polym Sci*, 52, 689.
- ✦ FA Kamke, H Sizemore III, KA Scott, J-B Ra and CJC Kamke "Advances in adhesive detection and measurement in panel products"; Department of Wood Science and Forest Products, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, USA.
- ✦ Fengel, D., Wegener, G. (1984) *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter, Berlin.
- ✦ Ferg, E. E., Pizzi, A., Levendis, D. C. (1993) "Correlation of particleboard strength and formaldehyde emission with urea step additions and ¹³C NMR of UF resins", *Holzforschung und Holzverwertung*, 5, 88-92.
- ✦ Fowkes, F.M. (1983) *Acid-base interactions in polymer adhesion*. In: *Physicochemical Aspects of Polymer Surfaces*. Vol. 2. ed. K.L. Mittal, pp. 583–603, Plenum Press, New York.
- ✦ Gardner, D.J. (1996) Application of the Lifshitz-van der Waals/acid-base approach to determine wood surface tension components. *Wood Fiber Sci.* 28(4), 422–428.
- ✦ Gindl, M., Reiterer, A., Sinn, G., Stanzl-Tschegg, S.E. (2004) Effects of surface ageing on wettability, surface chemistry and adhesion of wood. *Holz Roh Werkst.*, 62, 273-280.

- ✦ Good, R. J. (1993) Contact angle, wetting, and adhesion: a critical review. In: *Contact Angle, Wettability and Adhesion*. ed. K.L. Mittal. VSP, Utrecht, The Netherlands, p. 3-36.
- ✦ Gray, V.R. (1962) The wettability of wood. *For. Prod. J.*, 12 (9), 452–461.
- ✦ Herczeg, A. (1965) Wettability of wood. *For. Prod. J.*, 15(11), 499–505.
- ✦ Hernández, R. E.; Naderi N. (1999) “Effect of knife jointing on the gluing properties of wood”. *Wood and Fiber Science*, 33(2), pp.292-301.
- ✦ Hill, C. G.; Hedren, A. M.; Myers G. E; Koutsky, J. A. (1984) “Raman spectroscopy of urea-formaldehyde resins and model compounds”, *J Appl Polym Sci*, 29, 2749-2762.
- ✦ Hora de Carvalho, L. (1990) *Caractérisation physico-chimique de la surface du chêne pédonculé*. Master Thesis in Wood Science, Universiy Henri Poincaré Nancy I, Nancy.
- ✦ Humphrey (1999) P. E. A. B. E. S. US Pat. 5176028
- ✦ Jada, S. S. (1999) “Solid-state”, *J Macromol Sci-Chem*, A27, 361-175.
- ✦ Jensen, W. B. (1991) Overview Lecture. The Lewis acid-base concepts: recent results and prospects for the future. In: *Acid-base interactions: Relevance to adhesion science and technology*. Eds. K. L. Mittal and H. R. Anderson, Jr. VSP, Utrecht, The Netherlands.
- ✦ Johnson, R.E., Dettre, R. (1969) Wettability and contact angles. *Surface Colloid Sci.*, 2, 85–153.
- ✦ Jordan, D.L., Wellons, J.D. (1977) Wettability of dipterocarp veneers. *Wood Sci.*, 10(1): 22–27.
- ✦ Kandelbauer, A. (2005) In Proceedings of the 1st European user meeting on multivariate data analysis, Frankfurt, Germany, 28-29 April 2005.
- ✦ Katuscák, S.; Tómas, M. ;Schiessl, O. (1981) “Kinetics of polycondensation reaction of urea with formaldehyde. Molecular wweight distribution, average molecular weight, and polydispersity parameters”, *J Appl Polym Sci*, 26, 381-394.
- ✦ Kazayawoko, M.; Neumann A. W.; Balatinecz J. J. (1997) “Estimating the wettability of wood by the Axisymmetric Drop Shape Analysis-contact Diameter method”. *Wood Science and Technology* 31 (1997) 87-95 Springer-Verlag.
- ✦ Keey, R.B., Langrish, T.A., Walker, J.C.F. (2000) *Kiln drying of lumber*. Springer Series in Wood Science, Berlin.
- ✦ Kim, M. G.; Amos, L. W. (1990) “Qunatitative carbon-13 NMR study of urea-formaldehyde resins in relation to the formaldehyde emission levels”, *Ind Eng Chem Res*, 29, 208-212.
- ✦ Le Van, S.L. (1989) Thermal degradation. In: *Concise Encyclopedia of Wood and Wood-based materials*, ed. Schiewind, Arno P, pp. 271-273, Pergamon Press, New York.
- ✦ Lee, L.-H. (1991), Ed., *Fundamentals of Adhesion*. Plenum Press, New York.

- ✦ Liptáková, E., Kúdela, J., Bastl, Z., Spirovová, I. (1995). Influence of mechanical surface treatment of wood on the wetting process. *Holzforschung*, 49, 369–375.
- ✦ Maciel, G. E. (1983) “¹³C-NMR studies of solid urea-formaldehyde resins using cross polarization and magic-angle spinning”, *Macromolecules*, 16, 598-604.
- ✦ Maldas, D.C., Kandem, D.P. (1999) Wettability of extracted southern pine. *For. Prod. J.*, 49(11/12), 91-93.
- ✦ Mantanis, G.I., Young, R.A. (1997) Wetting of wood. *Wood Sci. Technol.*, 31, 339-353.
- ✦ McCafferty, E. (2002) Acid-base effects in polymewr adhesion at metal surfaces. *J. Adhesion Sci. Technol.* 16(3), 239-255.
- ✦ Minopoulou, E.; Dessipri, E.; Chryssikos, G.D.; Gionis, V.; Paipetis, A.; Panayiotou, C. (2003) “Use of NIR for structural characterization of urea-formaldehyde resins”, *Int. J. Adhes Adhes*, 23:473-484.
- ✦ Mittal, K. L., Anderson, H. R. Jr.Eds. (1991) *Acid-base interactions: Relevance to adhesion science and technology*. VSP, Utrecht, the Netherlands.
- ✦ Myers, G. E. (1981) “Investigation of urea-formaldehyde polymer cure by infrared”, *J Appl Polym Sci*, 26, 747-764.
- ✦ Nguyen, T., Johns. W.E. (1979) The effect of aging and extraction on the surface free energy of Douglas Fir and Redwood. *Wood Sci. Technol.*, 13, 29–40.
- ✦ Nussbaum, R. M.; Sterley M. (2000) “The effect of wood extractive content on glue adhesion and surface wettability of wood”. Tratek-Swedish Institute for Wood Technology Research, Stockholm, Sweden.
- ✦ Oss, C.J. van (1994) *Interfacial forces in aqueous media*. Marcel Dekker, New York.
- ✦ Oss, C.J. van, Chaudhury M.K., Good. R.J. (1987) Monopolar surfaces. *Advan. Colloid Interface Sci.* 28, 35–64.
- ✦ Payne, C. J.; Woodward, S.; Petty, J. A. (1998) “Wettability of Sitka spruce timber stored in a Scottish sawmill yard”. Aberdeen University, Department of Forest, Aberdeen, Scotland.
- ✦ Pizzi, A.; Mittal, K.L. (1994) “*Handbook of adhesive technology*”, New York: Marcell Dekker, 680p.
- ✦ Pizzi, A.; Beaujean, M.; Zhao, Z.; Properzi, M.; Huang, Z. (2002) “Acetal-induced strength increases and lower resin content of MUF and other polycondensation adhesives”, *J. Appl Polym Sci*, 84, 2561-2571.
- ✦ Pizzi, A.; George, B.; Zanetti, M.; Meauzone, P.-J. (2005) “Rheometry of Ageing of Colloidal Melamine-Urea-Formaldehyde Polycondensates”, *J. Appl. Polym. Sci.*, 96, 655-659.

- ✦ Ranita, J. (2005) Characterisation of UF resins and their colloidal behaviour. *COST E34 (Bonding of Timber) Short Term Scientific Mission Report*, ENSTIB, Épinal, 15-26 November, 2005.
- ✦ Rosumek, O. (1984) *Étude de la mouillabilité d'un matériau cellulosique: le bois-Relations mouillabilité – adhésion*, Thèse de Docteur en Chimie-Physique, Université de Haute Alsace, Strasbourg.
- ✦ Rozumek, O. , Elbez, G. (1985) Étude de la mouillabilité du pin maritime par une resine urée-formol. *Holzforschung*, 39: 239-243.
- ✦ Scheickl, M., Dunky, M. (1996) Harnstoff-Formaldehyd-Harze als flüssige Phase bei der Benetzung von Holz. *Holzforschung und Holzverwertung*, 48(4), 55-57.
- ✦ Scheickl, M., Dunky, M. (1998) Measurements of dynamic and static contact angles on wood for the determination of its surface tension and penetration of liquids into the wood surface. *Holzforshung*, 52. 89-94.
- ✦ Scheickl, M., Wålander, M. (2001) Theory of Bonding. In: *COST Action E13: Wood Adhesion and Glued Products*, State of the art Report, ed. Manfred Dunky, pp. 91-99, EC, Brussels.
- ✦ Schirle, M. A.; Richter K. "Interaction of 1 K PUR Adhesives and different Wood Surface Parameters". COST Action E13 "Wood Adhesion and Glued Products".
- ✦ Sernek, M.; Resnik, J.; Kambe, F. A. (1998) "Penetration of liquid urea-formaldehyde adhesive in Beech Wood". *Wood and Fiber Science*, 31, pp. 41-48, 1999 by the Society of Wood Science and Technology.
- ✦ Sheldon, S. Gardner, D. (2001) Dynamic adhesive wettability of wood. *Wood and Fiber Science*. 33 (1), 58–68.
- ✦ Shi, S.Q., Gardner, D. (2001) Dynamic adhesive wettability of wood, *Wood and Fiber Sci.*, 33(1), 58–68.
- ✦ Shultz, J., Carré, A., Simon, H. (1982) Détermination de l'énergie de surface des polymères par mouillabilité, *Double Liaison Chimie des Peintures*, 322, 263.
- ✦ Suomi-Lindeberg, L., Pulkkinen, P., Nussbaum, R. (2001) Influence of wood component on the bonding process and the properties of wood products. In: *COST Action E13: Wood Adhesion and Glued Products*, State of the art Report, ed. Manfred Dunky, pp. 123-145, EC, Brussels.
- ✦ Szesztay, M; László-Hedvig, Z.; Kovacsovics, E.; Tüdös, F. (1993) "DSC application for characterization of urea-formaldehyde condensates", *Holz Roh Werkstoff*, 51, 297-300.
- ✦ Tomita, B.; Hirose, Y. (1976) "Urea-formaldehyde resins; NMR study on base-catalysed reaction of formaldehyde with urea in deuterium oxide", *J. Polym. Science*, 14, 387-401.

- ✦ Tohmura, S.; Hse, C.; Higuchi, M. (2000) "Formaldehyde emission and high temperature stability of cured urea-formaldehyde resins", *J Wood Sci*, 46, 303.
- ✦ Umemura, K.; Kawai, S.; Mizuno, Y.; Sasaki, H. (1996) "Dynamic mechanical properties of thermosetting resin adhesives. II. Urea resin", *Mokuzai Gakkaishi*, 42, 489-496.
- ✦ Wålinder, M., (2000) *Wetting phenomena on wood: factors influencing measurements of wood wettability*. Doctoral Thesis, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- ✦ Wenzel, R.N., (1936) Resistance of solid surfaces to wetting by water, *Ind. Eng. Chem.*, 28 (8), 988.
- ✦ Wang, S., Zhang, Y., Xing, C. "Effect of drying method on the surface wettability of wood strands". *Holz Roh Werkst*, 65, 437-442 (2007).
- ✦ Yin, S., (1994) Caractérisation par analyses thermiques de la polycondensation d'adhésifs aminoplastes et du durcissement de composites modèles bois-adhésif. Ph.D. Thesis. Université de Nancy I, France.
- ✦ Zanetti, M.; Pizzi, A.; Beaujean, M.; Pasch, H.; Rode, K.; Dalet, P. (2002) "Acetals-induced strength increase of melamine-urea-formaldehyde (MUF) polycondensation adhesives. II. Solubility and colloidal state disruption", *J. Appl Polym Sci*, 86, 1855-1962.
- ✦ Zanetti, M.; Pizzi, A. (2004) "Colloidal Aggregation of MUF Polycondensation Resins: Formulation Influence and Storage Stability", *J. Appl Polym Sci*, 91, 2690-2699.
- ✦ EN 205 (2003) Adhesives – Wood adhesives for non-structural applications – Determination of tensile shear strength of lap joints.
- ✦ EN 301 (1992) Adhesives – Wood adhesives for non-structural applications – Determination of tensile shear strength of lap joints.
- ✦ EN 12765 (2001) Adhesives, phenolic and aminoplastic, for load-bearing timber structures: Classification and performance requirements.
- ✦ NP 614 (1973) Madeiras - Determinação do teor em água.

ANEXOS

Anexo A - Medições de ângulos de contacto – Exemplo: pinho/sem tratamento/cola 345.

Anexo B - Medições de ângulos de contacto – Exemplo: pinho/sem tratamento/cola 360.

Anexo C - Medições de ângulos de contacto – Exemplo: pinho/sem tratamento/cola 366.

Anexo D - Medições de ângulos de contacto – Exemplo: pinho/sem tratamento/cola água.

Anexo E - Medições de ângulos de contacto – Exemplo: pinho/sem tratamento/bromonaftaleno.

Anexo F - Medições de ângulos de contacto – Exemplo: pinho/sem tratamento/formamida.

Anexo G - Determinação da porosidade.

Anexo H - Rugosidade média e máxima. Massa volúmica.

Anexo I - Ângulos de contacto – valores médios.

Anexo J - Ângulos de contacto - média e desvio padrão.

Anexo K - Ângulos de contacto de água, formamida e bromonaftaleno – cálculo do tempo óptimo de medição/ médias e desvios padrões.

Anexo L - Ensaio Mecânicos às colagens – tensão de ruptura/percentagem de ruptura pela madeira.

Anexo A

Medições de angulos de contacto

PINHO SEM TRATAMENTO - Cola 345																														
Tempo (seg)	BORNE												CERNE																	
	184			178			187			188			191			193			186			180			195			196		
	184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3
1	91,3	90,9	179,6	82,7	92,6	87,2	117,7	132,3	114,4	115,3	101	111,2	101,5	109,4	101	101,3	97,7		116	121,9	125,1	111,7	120,7	125	112,4	111,1	107,3	95,4	112,8	
2	81,3	82,7	78,3	66,3	75,1	66,7	103,8	111,9	103,3	106,1	95,5	106,7	95,1	96,6	94,5	94,1	92,7	91,9	97,5	119	123,2	100,2	116,3	114,8	99,5	98,2	98,9	88,3	110,2	100
3	74,9	79	83,3	62,3	67,1	59,5	99,1	103,6	96,7	103,6	86,2	100,4	91,4	89,6	91,1	91,7	91,5	88,8	95,7	118,1	124,3	96	112,5	111,6	94,3	92,2	93,3	84,7	107	100
4	69,8	75,2	79,2	58,9	63,9	56,3	94,7	99,8	93,3	100,1	84	98,2	89	88,5	89,4	86,2	89,1	85,6	93,6	115,8	123,8	91,4	116,2	105,4	91,1	88,7	85,9	81,8	104,4	95,7
5	67,9	75,8	75,6	56,2	60,7	51,8	91,8	95,8	91,5	98,4	83,1	93,5	87,6	87	86,9	82	88	83,2	90,5	108,8	120,8	88,9	115,7	106,9	88,5	84,1	85,1	81,4	101,9	94,4
6	66,9	75,4	72,9	53,8	59,1	47,2	90,5	92,3	89,2	97,6	79,4	92,3	85,7	84	86,5	79,1	85,1	81,4	88,9	109,9	122,4	87,6	113,4	104,8	86,1	83,9	85,3	80,1	99,9	94,1
7	66	72,5	72,7	52,3	56,1		88,9	92,8	88,3	95	79	90,5	84,7	81,7	83,8	76,5	86,1	80,1	86,9	108	122,2	87,9	112,2	100,9	83,8	81,9	84,2	79,8	98,4	93,8
8	66,4	71,7	73,1	48,4	55,2	38,4	89,1	90,5	89,4	92,3	76,5	87,7	83,7	81,1	85,1	75,6	83,8	79,2	84,4	105,3	122,8	84,9	108,9	99,2	83,3	79,3	82,8	79,3	97,2	92,7
9	65,4	70,9	72,8	49,2	53,6	44,6	88,1	89,2	87,3	89,7	74,8	85,6	83,3	79,8	84,1	73,7	83,2	78,5	83,8	106,3	124,1	85,2	110,4	98,1	83,8	78,6	83,3	77,2	97,1	92,2
10	65,6	69	72,4	45,8	39,2	44,9	88,2	88,6	87,9	89,3	73,5	85,3	83,5	79,6	82,3	71,7	84,6	77,4	81,5	104,3	121,7	83,2	108,6	96,6	83,4	78	81,7	76,2	95,9	91,1
11	65,5	68,6	71,7	48,9	51,9	51,2	87,3	88,8	87,6	87,3	71,5	83,3	83,5	79	82,2	70,8	83	77	79	103,9	121,9	83,3	108,9	94,4	83,7	75,6	82,6	76,8	96,3	91,6
12	64,6	68	71	52,8	52,1	46,2	86	86,2	88,2	85,5	71	82,2	82,9	78,7	82,1	68,8	84	76,1	77,2	103,6	119,8	81,2	108,3	93	84,1	75,6	81,4	75,4	95,8	90,8
13	64	66,7	70,8	52,4	39	42,2	86,2	86,3	87,2	84	69,3	81,2	81,1	79,1	81,8	66,8	82,4	75,4	76,8	104,1	117,3	83	108,7	91,3	83,5	74,5	81,2	75,8	96,8	90
14	64,6	66,7	70,7	52,3	50	44,7	86,4	86,5	86,9	83,3	68,3	79,4	80,7	78,5	82,4	65,9	82,5	74,5	76,5	102	120,2	81,3	105,2	90,8	82,9	75,1	81,7	74,7	95,9	90,6
15	63,9	66,6	70,5	49,5	37,5	46,3	85,1	84,4	86,6	81,7	67,3	79,2	80	78,3	82	66,3	81,2	74,9	75,7	102,6	118	79,8	104,3	89,6	82,9	73,8	82,3	73,6	94,9	88,6
16	63,3	65,1	70,2	37,4	37,6	44,4	84,8	85,4	86,6	80,8	66,7	77,5	79,9	77,4	82,5	65,2	79,3	74,1	74,6	99,4	117,8	78,7	105,4	90,9	82	73,9	79,6	74,1	94,4	88,1
17	62,8	64,6	70	35,5	39,7	43,4	84,1	84,8	86,2	80	65,8	76,1	78,5	78,1	82,2	64,4	80	71,9	75,6	99,9	117,3	78,7	103,8	89,8	81	73,1	78	73	94,3	87,6
18	62,3	64,2	69,6	42,8	50,7	42,7	83,9	84	85,4	79,4	65,5	75,6	78,5	77,7	81,8	65,4	79,8	70,7	74,9	100,3	118,9	77	103,1	90,4	79,5	72,8	78,3	72,7	94,4	87,8
19	61,8	63,3	69	46,3	34,6	42	83	83,3	85,8	78	65,2	74,4	78,2	76,6	81,5	61,6	79,7	72,7	74,9	98,7	118,4	76,6	103,5	89	78,9	72,3	78,3	73,4	92,9	86,1
20	62,7	62,8	68,3	42,8	39,4	43,1	82,2	82,8	85,5	78,1	65	73,2	78,1	75,7	81,2	60,4	78,6	70,4	75,1	99,1	119	75,9	101,4	88,9	77,8	73,6	77	72	92,3	86,3
21	62,1	62,3	67,5	47,5	33,9	42,8	84,3	81,2	85,2	77,2	64,4	72,4	79	75,8	81,6	62,5	78,8	71,5	74,8	97,9	118,8	74,3	99,5	89,5	78,2	72,2	75,7	71,3	91,3	86,4
22	61,8	63	67,6	45,6	35,1	42,5	84,3	82,2	83,6	77,2	63,1	70,9	77,4	74,7	81,5	61,4	78,6	70,3	74,6	97,5	116,4	74,2	99,9	87,7	76,8	71,1	76	70,8	90,9	86,3
23	60,8	62,7	67,3	43,6	36,2	42,6	84,1	80,4	83,8	76,5	62,8	71,4	77	74,6	81,8	60,5	78,4	67,8	73,4	98,3	115,9	75	97	86,5	76,6	70,5	75,3	70,4	90,4	86,3
24	60,6	62,4	67,1	42,9	36	42,1	83,2	80,1	84	76	62,8	69,9	76,7	74,5	81,4	59,7	78,2	67,4	73,3	98,2	120,1	74,1	96,4	85	75,9	71,4	73,8	70,2	89,8	84,8
25	60,4	61,8	66,8	47,3	36	41,9	82,8	79,7	83,6	74,9	62,7	70,2	76,9	74,2	81,5	60	79,9	69,4	74	97,4	120,2	72,4	96,5	86,4	75	71,1	74	70,2	88,4	85
26	60,3	61,3	67,7	47	34,5	42,3	83,3	78,9	83,1	74,2	61,4	68,9	76,4	74,3	81,6	59,5	76,9	69,9	73,1	96	121,8	72,4	95,9	85,1	76,2	70,6	74,8	71	89,2	84,4
27	60,4	61,2	67,1	46,8	33,7	42,1	82,9	80,2	83,2	74,2	61,5	68,7	76,2	73,5	80,1	58,7	76,5	69,2	73,1	97,1	117,7	71,1	94,7	84,4	75,4	71,2	73,8	70,4	88,6	84,4
28	60,6	60,7	66,7	46,7	34,9	41,8	81,8	79,9	82,6	72,9	61,3	68,9	75,7	73,3	81,5	58,1	75,3	70,8	72,7	97,2	118,9	69,3	96,5	84,4	74	70,2	74,7	70	87,8	83,8
29	60,4	60,5	66,5	46,7	31,9	41,6	82	79,7	81,6	72,8	60,8	68,1	75,6	73,6	79,9	57,5	83,2	67,6	71,9	96,7	118,3	69,6	94	83,3	72,9	69,6	74,4	69,7	88,2	84,8
30	60,4	60,6	66,2	42,5	51,4	41,4	82,5	78,7	81,1	70,9	60,3	68	75,6	73,3	80	57,2	74,8	66	70,4	97,3	116,1	69,1	93,5	82,6	72,1	69,7	73,1	69,7	88,2	84,4
31	60,3	60,6	65,8	34,9	35,2	32,4	81,8	78,5	80,9	71	61,2	67,8	75,5	72,2	80	56,9	74,7	70,5	70,9	93,7	116,2	68,1	94,9	82,4	72,9	68,7	72,8	69,1	87,7	83,7
32	60,2	59,3	65,9	44,5	35,3	39,8	81,3	79,6	80,7	69,9	60,8	67,3	75,3	73	80	56,3	74,9	68,4	70,7	94,6	113,5	66,7	94,4	83,8	72,1	68,2	72,1	68,5	87,5	82,7

Anexo A

Medições de angulos de contacto

33	59,8	59,1	65,3	41	34,6	41	81,2	77,9	80,9	70,4	61,3	67	75,2	72,9	79,8	57	71,9	65	70,7	94,7	116,6	67,9	93,5	82,6	71,6	68,9	72,2	68,4	87,5	81,9
34	59,7	59	65		32	40,7	82,6	77,6	80,8	69	60,6	66,4	74	72,9	79,7	56,5	79,5	68,9	70,4	94,2	116,5	66,7	92,7	80,4	70,9	68,4	72,1	68,3	87,1	82
35	59,5	59	64,2	44,6	33,5	38,7	82,2	77,5	80,6	68,3	59,6	66,1	74,1	72,9	79,6	56,2	72,3	65	69,7	92,1	114,8	65,1	92,3	80,2	70,1	67,7	71,1	68,2	86,8	80,9
36	59,4	59	64,1	45,3	30,8	41,3	82	77,4	80,4	68,8	59,3	66	74,4	71,8	79,3	55,8		68,5	69,6	91,7	114,3	66,1	92,4	79,8	69,7	68,6	71,6	69,4	86,3	81,1
37	59,4	59	63,5	45,2	34,8	39,4	79,9	77,2	80,5	68,9	59,1	66,1	74	71,9	79,6	55,4	68	66,6	69,3	91,9	114,4	65,6	91,9	79,5	70,9	67,7	71,5	69	87	81,1
38	59,2	59,1	62,9	44	33,2	32,5	79,7	76,3	79	68,4	59,1	64,9	73,9	72,1	79,5	55,3	66,5	69,1	68,3	90,4	112,2	64,8	91,3	80,4	70,3	67,8	73,1	69	87	82,3
39	58,9	59	63,8	43,7	35,3	38,9	80,5	77,6	78,9	68,6	59	64,6	73,1	72,2	79,4	55,1	76,7	69,1	68,2	89,8	113	64,5	91	79,7	70	66,7	72,2	68,1	86,3	82,2
40	58,7	59	63,6	46,2	32,7	40,3	81,1	77,4	78,8	67,5	58,3	64,7	73,1	72	79,2	54,7	79	68,1	67,8	89	115,8	63,7	90,3	78	69,2	66,6	71,6	68	84,6	82,1
41	58,9	59	63,4	46	32,5	39	80,8	77,2	80	67,8	58,1	63,5	73	71,5	79,3	54,2	75,4	65,8	66,8	90,1	115,4	62,8	91,1	77,2	68,9	66,1	71,1	67,6	85,6	81,8
42	58,9	58,9	63,2	45,6	32	40,2	80,4	77,1	79,9	66,9	58,3	63,5	73,2	71,3	79,1	53,9		68	67,4	88,7	113,4	64,4	89,4	76,4	68,5	66,1	72,2	67	84,8	81,1
43	58,9	59	63,2	45,1	32	37,9	80,1	76,4	79,8	66,8	58,1	62,8	73,6	71,2	79	53,6		67,7	66,9	90	114,6	63,9	90,5	76	68,4	67,2	71,3	68,1	84	81,7
44	58,8	58	62,9	45	30,7	31,7	80	76,9	79,5	65,4	56	62,8	73,4	71,5	78,7	53,6	47,7	67,6	66,5	88,5	114,7	63,3	89,9	77	68,1	67,3	71,1	67,7	82,4	82,4
45	58,7	57,9	62,5	43,3	30,3	39,7	79,7	76,1	79,1	65,8	57,1	63,1	73,1	71,1	78,5	54,2		65,7	65,8	88,2	114,7	62,7	90,2	76,7	67,7	66,2	69,9	67,1	81,3	82,3
46	58,5	58	62,4	45	48	40	79,7	76	78,8	65,8	56,9	62	72,5	70,5	77	53,7		66,5	65,3	88	114,8	64	90,5	76,1	66,8	65,9	69,7	66,7	81,1	82,3
47	58,3	58	62,1	44,7	37,6	39,9	79,3	75,9	78,8	65,5	56,2	61,7	72,5	70,5	78,2	53,3		66,8	65,4	87,8	109,3	64,1	90,4	75,4	67,8	65,5	70,6	66,6	81	82,3
48	58,1	58,2	61,7	44,5	33,6	39,8	79,9	75,8	78,6	65,5	56	61,5	72,5	70,3	76,7	53		66,3	65,2	87,7	109,3	63,5	90,4	76,2	67,8	65,4	69,9	66,4	80,8	82
49	58	58	62,5	44,3	36,3	38,7	79,9	75,6	78,4	64,3	56,1	61,5	72,5	70,2	77,1	54,1		66,3	64,7	86,7	108,8	63,3	90,2	77	67,5	65,5	69	65,7	81,1	82
50	57,8	58	62,4	42,2	39,1	40,2	79,3	75,5	78,3	64,5	56,1	60,5	72,4	70	77,2	53,4		66,3	64,3	86,1	110,5	62,9	89,9	76,4	67,2	66,1	67,9	65,7	80,7	81,4
51	57,5	58,1	61,9	42,9	40	40,5	79,2	75,4	78,8	64,2	56,2	60,4	70,6	70,2	76,9	52,7		66,3	63,9	85,2	110,6	62,7	90	75,8	66,9	65,5	67,1	67,4	80,9	81,1
52	57,6	58,2	62,2	43,3	40	39,4	78,8	75,1	78,7	64,2	56,1	60,4	70,8	70,4	77	52,1		66,2	64,2	86,7	110,3	62,4	89,4	75,2	66,8	65	66,3	67,1	80,9	79,5
53	57,6	57,9	61,9	43,6	39,6	40	78,8	75	77,3	64,5	56	59,9	70,9	70	77,2	52	41,4	66,1	63,8	87	114,1	61,7	88,6	74,7	66,8	64,8	65,9	66,6	80,6	80,1
54	57,4	57,9	62	43,1	39,1	39,9	79,3	74,2	77,1	64,1	55,3	59,7	71,3	69,7	77,3	51,6	51,9	65,9	64,1	86,5	113,8	63,1	88,5	74,2	66,1	64,6	67,6	66,6	80,1	80
55	57,2	57,8	61,8	43,4	39,6	37,5	79,2	74	76,8	64,2	55,1	59	71,3	69,8	77	52,5	66,3	65,6	63,5	85,7	110,1	62,9	88,3	73,8	66,1	65	65,8	66,4	79,8	79,2
56	56,9	57,7	61,5	44	39,8	37,5	79,1	73,8	76,7	64,1	54,9	59,1	70,4	69,6	76,9	52,3	70,1	65,4	64,6	85,3	111,4	62,5	88,3	74,7	65,7	64,4	65,5	66,5	78,8	79,1
57	57,1	57,7	61,4	44,1	39,6	39,6	78,9	75,1	77,2	63,9	55	58,9	70,7	69,5	77,1	52,3	74,1	65,2	63,2	85,5	111,4	62,1	87,9	74,7	65,1	63,7	65,6	66,4	78,3	78,9
58	58,1	57,6	61,2	43,9	39,3	40,2	79	75,3	75,6	62,8	55	58,8	70	69,3	77,1	52,3	76,8	65,2	63,9	85,2	111,1	62	87,9	74	65,2	64,5	65,5	66,5	78,4	79,2
59	57,9	57,7	61,1	43,9	39,4	39,3	78,9	74,8	75,5	62,6	54,4	58,8	69,3	69,4	76,9	51,8	69,1	65,1	61,9	84,3	108,9	62	87,8	73,2	64,9	64,2	65	66,3	78,7	80,5
60	57,8	57,6	61,2	3,3	39,1	37,1	78,5	74,4	77,4	62,7	54,1	58,7	69,4	69,2	76,8	52,2	72,3	64,9	62	83,6	109,6	61,4	89,8	74,3	64,7	63,5	64,5	66,1	78,1	80,5
61	57,8	57,4	60,8	42,7	38,8	39,8	77,8	74,4	76,6	62,8	53,6	58,5	69,1	69,1	76,9	51,4	72,9	64,7	62,2	85,1	109,3	61,2	89	73,4	64,7	63,5	65,6	65,9	77	80,3
62	57,8	56,4	60,7	43,7	38,7	36,8	76,9	74,4	76,2	62,8	53,7	58,6	69	69,4	76,9	51,3	70,4	64,6	62,5	84,8	108,9	60,9	88,1	73,1	65,7	63,4	64,6	65,8	75,7	80,3
63	57,8	56,3	60,4	42,3	38,6	38,5	76,9	74,2	76,1	62,7	53,4	57,5	68,5	69	77	51,4	67,6	64,5	62,4	83,8	108,6	62,4	87,3	73,1	65,5	62,7	64,6	65,6	75,7	80,1
64	57,9	56,4	60,3	42,1	38,7	40,4	76,6	75,4	75,9	62,5	53,2	57,5	68	68,8	77	51,3	71,6	64,5	61,2	84,2	108,2	62,4	87,5	73,1	65,4	63,6	64,4	65,4	75,3	80,2
65	57,6	57,4	60,4	38,1	38,6	49,2	75,6	74,1	75,7	62,6	53,3	57,3	68,1	68,6	77,1	51,2	71,4	64,5	62	83,7	109,1	61,7	87,5	73,3	65,1	64	65,2	65,3	75,2	80,3
66	57,5	56,2	60,3	76	38,6	36,9	75,4	73,9	75,7	62,3	53,3	57,4	68	68,7	77,2	51,4	71,4	64,5	62,9	81,9	108,3	61,3	86,4	73	64,8	63,4	64,4	65,1	74,9	80,2
67	57,5	56,3	60,2	40,9	38,3	37,6	75,1	73,8	75,6	62,3	52,8	57	67,9	68,7	77,1	51,2	71,4	64,5	62,6	85,2	108,7	61,3	86,7	72,3	64,4	62,5	64	65,1	74,9	80,5
68	57,4	56,3	59,9	42,9	38,2	32,4	75,1	73,1	75,5	62,3	52,7	57,1	67,7	68,8	77,1	50,6	71,3	64,4	62,5	84,1	107,2	61,1	87,1	72,2	64,3	62,6	64	65,2	75,8	80,5

Anexo A

Medições de angulos de contacto

69	57,6	56,2	59,8	40,7	37,9	40,1	74,9	73	75,4	62,3	53	57,1	68	68,5	77,2	50,4	71,6	64,3	62,7	86	107,2	60,6	86,5	71,4	64,4	62	62,9	65,1	75,6	80,7
70	57,4	56,2	59,9	42,7	37,9	37,4	74,8	73,2	75	62,1	53,1	57,1	67,9	68,7	75,3	50,2	72	64,3	61,7	84,9	106,9	60,3	85,6	71,2	65,3	62,5	63,2	65	75,6	79,8
71	57,4	56,1	59,7	39,3	37,7	39,8	74,8	72,8	74,4	62	52,7	57,1	68	68,4	75,5	50,1	71,9	64,1	61,9	84,6	106,8	61,7	85,7	71,8	65,2	62	62,3	64,8	75,4	80,5
72	57,3	56	59,5	45,1	37,6	38,1	74,3	72,2	74,2	61	52,5	57	67,8	68,7	75,5	50	71,8	64	61,3	84,3	106,7	61,4	85	71,7	64,8	60,7	62,4	64,5	75,2	80,5
73	57,1	56	59,1		37,8	38,6	74,1	71,8	74,2	61	52,3	56,7	67,9	68,8	75,7	50	71,8	64	61,9	83,8	106,5	61,1	85,2	71,3	64,8	60,8	62,9	64,2	75	79,9
74	57,1	56	59,3	40,7	37,7	40,2	75,4	73,9	74,3	60,8	52,4	55,9	67,8	67,9	75,7	49,9	71,4	63,9	61,4	83,9	105,8	60,4	85,5	70,9	64,4	60,8	63,4	64	74,8	79,8
75	57	56	59,3	41,1	37,7	36,7	74,9	73,6	74,1	60,7	52,3	55,7	67,9	67,7	75,5	49,8	71,4	63	61,6	81,2	105,8	60,2	85,1	70,2	64	62,3	62,9	64	74,4	79,6
76	57	56	59,2	40,9	37,5	49,6	75	73,9	74,1	60,6	52,4	55,9	67,6	67,9	75,4	49,4	71,2	63	61,4	82,2	105,7	59,7	84,9	69,8	63,8	62,3	63,7	63,9	74,2	80,3
77	56,8	55,9	59,1	42,3	37,4	36,3	74,6	73,5	73,9	60,6	52,3	55,9	67,5	67,5	75,5	49,1	71,2	63	61,8	80,2	104,4	59,5	86,8	69,8	63,5	62,1	62,2	63,9	73,7	79,6
78	57,1	55,8	59,1	41,6	37,3	38,2	74,6	72,5	73,6	60,4	52,1	55,8	67,7	67,8	75,4	49,1	71,3	62,8	61,1	80,2	104	59,1	86,6	69,5	63,2	62	62,5	63,7	73,6	79,7
79	56,9	55,9	59,2	40,7	37,8	40	73,6	71,9	73,3	60,3	51,9	55,8	67,5	67,5	75,6	48,7	71,2	62,8	60,8	79,7	103,9	58,5	84,7	69,4	63,2	61,6	62,9	63,8	73,7	80,2
80	56,9	55,8	59,3	43,8	37,5	43,6	72,6	72,2	73,2	60,3	52	55,7	67,6	67,6	75,4	49	71,3	62,7	60,5	79,5	104	59,3	85,9	69	63,1	61,9	62,6	63,6	73,8	79,4
81	56,8	55,8	59,1	42,8	37,3	29,2	72,6	71,7	73,1	59,8	52	55,7	66,4	67,2	75,7	48,4	71,3	62,7	60,3	79,8	103,8	58,3	85,5	68,8	62,9	61,3	62,3	63,7	74,2	79,1
82	56,5	55,7	59	42,7	37,2	36,2	71,8	71,6	73,1	60,1	52	55,6	67,3	67,2	75,9	48,5	70	62,6	60,4	78,2	103,6	57,6	85	68,8	62,8	61	62,2	63,6	74,1	79,2
83	56,7	55,8	58,9	42,6	37,2	36,3	71,3	72,9	73,1	60,4	51,3	55,6	66,2	67,1	76	48,1	70,2	62,6	61,3	77,5	105	57,1	85,6	68,9	62,5	60,1	62,2	63,2	74	79,4
84	56,7	55,7	58,8	42,6	37	35,7	72,5	72,4	73,3	60	51,1	55,5	66,3	67	75,9	49,5	70,2	62,5	60,6	76,7	104,4	56,5	84,5	68,8	62,5	60,2	61,4	63,2	73,9	79,6
85	56,6	55,8	58,9	42,5	36,7	36,3	71,7	72	73	60,3	51	55,3	66,2	67	75,8	48,9	70,2	62,7	60,9	76,7	104,7	57,6	82,1	69,5	62,1	59,8	63,1	63,1	73,9	79,5
86	56,5	55,8	58,9	42,4	36,9	54	71,7	72	73	59,7	50,6	55,2	66,4	67	76,1	49,1	70,1	62,8	60,8	78,4	104,6	57,1	82,5	69,4	61,9	59,7	62,2	63,5	73,8	79
87	56,5	55,7	58,6	39,2	37	37,4	71,6	72	73,1	59,6	50,8	55,3	66,1	66,7	76,1	48,4	70,1	62,6	59,7	76,2	104,8	56,8	82,1	69,5	61,9	59,4	61,9	64,5	73,8	78,8
88	56,4	55,7	58,5		36,8	37,9	70,7	72,3	74,5	59,6	50,3	55,1	65,9	66,8	75,9	48,1	70	60,8	60,2	77,4	104,8	56,7	81,5	69,4	61,7	60,3	61,5	63,4	73,8	79
89	56,2	55,8	58,5	40,7	36,7	28,8	70,8	70,3	74,5	59,5	50,7	55,1	66,3	66,7	76	47,8	69,9	60,9	60	77,1	104,4	56,2	81,2	69,2	63	60,5	61,5	63,7	73,6	79,1
90	56,3	55,7	58		36,7	40,4	70,6	70	72,8	59,4	50,5	55	66,3	66,4	75,8	48,3	69,9	62	60	77,1	105,6	56,1	82,4	69,3	62,7	59,8	60,9	64,1	73,8	78,9
91	56,3	55,7	58,1	41,8	36,6	30,5	70,4	69,7	72,8	59,2	50,4	55	66,2	66,3	76	48,4	70	62	60,3	76,4	106,1	55,6	82	69,1	62,7	60,2	61,1	63,9	72,3	78,7
92	56,2	55,5	58,1	64,7	36,5	40,5	70,5	68,8	72,8	59,3	49,9	54,9	66,2	66,3	75,8	48,3	70,2	61,4	60,5	75,8	105,8	55,5	82,5	68,4	62,6	59,9	60,8	64	72,1	78,7
93	56,2	55,5	58	39,8	36,3	35,8	70,1	69	72,8	58,9	50	54,8	66,1	66	75,6	48	70,2	61,3	60,8	75,5	106,2	55,2	81,7	68,2	62,7	59,8	60,7	63,9	73,1	78,9
94	56,1	55,4	58,9	40,3	36,2	40,1	69,6	69,6	72,8	59	50,1	54,9	66	66,1	75,4	47,5	70,2	61,2	60	74,8	101,4	55,6	81,8	68,1	62,6	59,1	60,9	63,7	72,3	78,8
95	56	55,4	59	40,6	36,1	35,7	70,5	68,2	72,9	58,9	50,2	54,7	66,1	65,9	74,3	47,5	70,1	62,1	60,2	74,3	101,3	54,5	81,7	68,1	62,6	59	59,9	63,6	72,1	78,5
96	56,1	55,4	58,9		35,9	39,6	69,7	68,2	73	58,9	50,2	54,3	66,1	66	74,3	47,2	68,7	60,4	60,1	74,1	102,5	54,2	82,5	67,9	62,4	58,9	59,8	63,6	72,3	78,5
97	55,7	55,3	58,9	39,7	35,8	40,2	69,8	66,3	72,9	59,1	49,9	54,6	66,1	65,6	74,1	47,3	68,8	60,4	59,8	73,7	101,2	55,3	81,3	68	62,4	58,6	59,7	63,7	72,3	78,5
98	55,5	55,2	58,9	41,7	35,6	40	69,1	67,5	72,6	58,8	49,7	54,4	65,7	65,5	74,2	47,6	68,7	59,4	60,1	73,6	101,1	55,1	82,2	67,8	62,1	58,5	59,9	63	72,4	78,6
99	55,5	55,2	58,8	42,1	35,5	40	69	69,1	72,7	58,7	49,9	54,4	65,8	65,7	75,4	46,5	68,6	60,1	59,4	74,7	100,9	54,7	81,7	67,3	61,9	58,1	59,8	63,6	72	78,6
100	55,6	55,2	58,7	42,3	35,5	35,6	69	68,6	72,6	58,6	49,7	54,6	65,8	65,7	74,1	46,4	68,5	59,9	59,9	74,3	101	54,3	81,4	67,5	61,7	58	59,4	63,1	72	78,4
101	55,5	55,2	58,8	42,2	36,3	40	69	68,5	72,6	58,5	49,4	54,5	65,6	65,4	74,4	46,5	68,5	59,3	60,2	74,2	101,1	54,1	81,3	66,9	61,5	57,8	59,2	63,1	72,3	78,5
102	55,4	55,1	58,8	41,1	36	39,8	68,5	68	72,3	58,6	49,6	54,5	65,6	64,5	74,1	46,4		59,8	60,1	74,2	100,6	53,6	81,4	66,8	61,3	59	59,3	63,1	72,2	78,5
103	55,4	55,1	58,7	39,9	35,9	40,1	68,5	67,1	72,2	58,4	49,6	54,4	65,7	64,2	74,3	46,3		61,3	59,6	74,5	100,8	53,4	81,6	66,7	61,3	58,7	59,5	62,8	72,1	78,4
104	55,4	55,1	58,7	42	35,7	38,1	68,3	67,1	72,1	58,3	49,2	54,3	65,6	64,1	74,2	46,6		59,9	60	74	100,7	53	81,9	66,6	61,2	58,6	59,6	62,7	71,9	79,2

Anexo A

Medições de angulos de contacto

105	55,7	55,2	58,8	41,8	35,7	39,9	67,9	66,6	71,7	58,3	49,4	54,3	65,9	64	46,5	61,6	60,1	73,7	100,6	52,9	79,9	66,8	61,1	58,6	60,2	62,4	71,7	77,7
106	55,6	55,1	58,6	41,8	35,6	37,9	67,9	65,8	71,7	58,2	49,1	54,1	65,3	64	46,3	61,4	59,9	73,4	100,6	52,7	79,3	66,4	61,1	58,5	59,4	62,2	71,1	78,4
107	55,2	55,2	58,5	41,8	35,5	39,7	67,7	65,3	71,5	58,2	41,4	53,9	64,6	63,9	46,8	61,2	59,7	73,3	100,6	52,5	80,2	66,6	61	58,5	59,2	62,5	71,5	78
108	55	55,1	58,4	40,6	35,6	39,7	67,5	66,1	71,4	58,1	40,8	53,8	64,2	63,9	46,1	60,7	59,4	73,2	100,4	52,2	79,9	66,5	61,1	58,3	59	62,4	71,8	78,1
109	54,9	55,1	58,3	39,5	35,4	39,7	67,3	65,4	71,9	58	40,7	53,8	64,1	64	46,3	59,8	59,4	72,9	100,2	52	81,3	66,2	61,1	58,2	58,3	61,7	71,3	78
110	55	55,1	58,4	41,9	35,4	39,6	67,1	65,6	71,9	57,9	40,7	53,9	64,3	64	46,1	58,8	59,5	72,4	101,7	53,2	79,9	66,1	61	58,2	58,5	62,3	72,5	77,1
111	54,8	55,2	58,2	40,9	35,5	39,5	67	66	71,7	57,8	47,7	53,8	64	63,9	46	59,5	59,5	71,7	104,8	53,1	79,7	66,8	60,6	58,1	60,6	63	71,5	77,9
112	54,9	55,2	58,2	40,2	35,2	28,2	68,1	68,8	71,2	57,8	47,4	53,8	64,3	63,9	45,6	58,6	59,4	72,6	100,1	52,7	80,1	65,5	60,7	57,9	57,4	63,1	71,4	77,1
113	54,5	55,2	58,2	41,8	35,4	23,1	68,1	66,3	71,1	57,6	39,1	53,8	64,1	63,6	45,8	57,9	59,6	72,5	100,2	52,5	79,9	66,5	57,5	58	63	71,3	77,8	
114	54,6	55,1	57,3	39,4	35	39,4	68,3	65,9	70,5	57,5	40,2	53,8	64,1	63,7	45,5	58,9	59,6	72,2	103,3	52,4	80,4	66,3	57,4	57,8	63,2	71,2	77,7	
115	54,6	55,1	58	40,5	35	30	67,8	67,5	70,3	57,5	47,2	53,1	63,8	63,5	46,3	59,1	59,5	72,2	100,2	52,5	81,3	66	57,4	57,2	62,9	71,1	77,5	
116	54,6	55,1	57,8	40,1	35,1	39,3	67,6	64,7	69,9	57,6	40	53,7	63,4	63,4	45	58,8	59,4	71,7	99,7	52,1	80	66	57,3	56,7	62,8	71,1	77,7	
117	54,5	55	57,6	40,4	35	39,1	67,6	67	70,9	57,5	39,7	52,9	63,3	63,3	45,8	58,4	59,5	71,7	99,8	51,9	79,9	65,9	57,2	57,5	62,7	71,2	77,7	
118	54,3	55	57,9	39,1	34,7	28,3	67,5	64,3	70,8	57,5	40,1	53,7	63,2	63,2	45,3	59	59,1	71,5	99,9	51,8	80,3	65,8	57,1	56,5	62,4	70,9	77,5	
119	54,4	55	58,1	41,8	34,7	39	67,4	63,7	70,7	56,1	39,3	52,9	63,2	63,2	45,6	58,5	58,9	71,1	99,8	51,6	79,7	65,6	57	56,6	62,2	70,9	77,6	
120	54,3	54,9	57,9	39	34,8	39	67,3	68,5	70,6	56,9	39,6	52,7	63,1	63,1	45,9	58,5	58,6	70,9	99,8	51,4	80,1	65,6	57	56,3	62,2	71,1	77,1	
121	54,4	54,9	57,8	41,7	34,8	39	67,1	63,5	70,5	55,8	46,7	62,9	62,9	62,9	45,2	58,4	58,8	70,5	99,9	51,1	80,1	65,6	56,8	56	62,2	71,1	77,3	
122	54,3	54,9	57,5	41,7	34,7	29,9	67	69,4	70,4	56,5	46,9	62,7	62,7	62,7	45,8	59,5	59,3	70,5	99,8	51	80,2	65,3	56,7	56,7	62,2	70,9	77,1	
123	54,2	55	57,5	41,7	34,8	28	67	63,5	70,2	56,4	39,4	62,6	62,6	62,6	46,1	60	59	71,6	99,7	51	81,2	65,4	57,6	57	62,2	70,8	77	
124	54,3	55	57,6	38,8	34,8	38,7	67	64,9	70,1	56,4	39,5	62,7	62,7	62,7	45,7	58,3	58,8	71,2	103,1	50,7	81,2	65,2	57,5	56,7	62,2	70,8	77,3	
125	54,4	54,9	57,4	41,6	34,7	28,1	67	70,5	70	56,2	39,3	62,5	62,5	62,5	45,6	58	59,4	71,3	102,9	50,6	81,3	65,2	57,6	57,1	62,2	70,8	77,1	
126	54,3	54,9	57,4	41,6	34,6	38,8	66,8	63,7	69,8	56,2	38,8	62,7	62,7	62,7	45,2	58,7	58,9	71,1	99,6	51,6	80,4	65,1	57,2	56,7	62,2	70,7	77	
127	54,3	54,8	57,2	39,8	34,4	38,8	66,8	63,5	69,8	56,2	38,9	62,6	62,6	62,6	45,4	58,7	59	71	98,4	51,3	81,2	65,1	56,5	56,5	62,2	70,8	77	
128	54	54,8	57,2	41,1	34,3	37,2	66,5	66,5	69,6	56,2	46,6	62,6	62,6	62,6	44,7	58	58,9	70,1	102,8	51,2	81	64,7	56,5	56,5	62,2	70,5	76,9	
129	54,1	54,9	57,3	40,2	34,2	39	66,3	67,4	69,6	56,1	39,6	62,8	62,8	62,8	44,9	57,4	59,1	69,8	97,6	50,9	80,4	64,6	56,3	56,3	62,2	70,5	76,7	
130	54,2	54,8	57	39,6	34	27,8	66,8	66,2	69,6	56,4	38,4	62,4	62,4	62,4	45,1	58,5	58,7	69,6	99,3	50,7	79,3	64,3	56,2	56,2	62,2	71,8	76,2	
131	53,9	54,7	57,1	39,1	33,9	22,4	66,4	65,1	69,5	56,1	38,5	62,4	62,4	62,4	44,6	57,8	58,5	69,5	98,1	50,4	79	64,2	55,6	55,6	62,2	70,9	76,7	
132	53,8	54,8	57	41,1	33,9	27,7	66,2	62,6	69,5	55,6	38,2	62,3	62,3	62,3	44,9	64,2	58,8	69,3	98,8	50,1	80,6	63,5	55,3	55,3	62,2	70,5	76	
133	53,8	54,9	57	41	33,9	38,5	66,4	62,1	69,5	55,4	62	62	62	62	44,5	56,7	58,8	69,3	99	49,9	80,3	63,6	55,3	55,3	62,2	70,6	76,6	
134	53,8	54,8	56,8	41,2	33,9	38,5	66,2	68,4	69,4	56,4	62,1	62,1	62,1	62,1	44,6	57,9	58,4	69,3	98,9	49,6	80,8	63,4	55,2	55,2	62,2	70,3	76,4	
135	53,7	54,7	57	40,7	34,3	38,4	66,3	65,8	69,4	56	62,2	62,2	62,2	62,2	44,9	58,3	58,5	69,1	99	49,4	79,5	63,2	55,8	55,8	62,2	71,6	76	
136	53,6	54,7	56,6	39,6	33,8	38,3	66,2	55,1	69,3	55,9	61,9	61,9	61,9	61,9	44,8	58	58,6	69	99,1	49,2	79,7	63	55	55	62,2	71,6	75,8	
137	53,7	54,7	56,9	39,9	33,9	27,7	66	61,6	69,3	55,8	62	62	62	62	44,6	58,3	58,8	68,6	98,9	49,2	79,1	62,5	55,1	55,1	62,2	70,3	75,8	
138	53,6	54,7	56,8	40,8	34	27,7	65,8	62,2	69,2	55,6	62	62	62	62	44,6	57,8	59,1	68,9	101,8	49	79,6	62,5	55,1	55,1	62,2	71,9	75,8	
139	53,6	54,5	56,9	40,1	34,6	65,7	63	63	63	55,7	62	62	62	62	45,1	57,2	59,1	68,7	101,5	48,9	79,6	62,5	55,1	55,1	62,2	70,6	75,8	
140	54,5	54,6	56,8	40,4	34,3	27,8	65,7	60,9	60,9	55,6	62,1	62,1	62,1	62,1	44,5	57,4	59,1	70,1	101,3	48,8	79,4	61,9	54,9	54,9	62,2	70,4	75,8	

Anexo A

Medições de angulos de contacto

141	53,7	54,6	56,8	39,9	34,2	38,1	65,5	95,5		55,2				62,1		44,4		57,9	59,1	70	100,4	48,6	78,6	61,5			54,8		70,2	75,7
142	53,6	54,6	56,8	39,3	34,4		65,4	59,7		55,2				61,9		44,4		57	59,1	69,9	97,6	48,5	79,2	62,7			54,8		70	75,6
143	54,3	54,4	56,8	40,8	34,5	38,1	65,5	59,1		55,2				61,9		44,1		57,8	58,2	69,6	96,4	48,3	79	62,6			54,7		70,6	75,7
144	54,4	54,5	56,8	40	34,3		65,3			54,9				61,7		43,8		57,7	58,3	69,5	99,5	49,4	78,3	62,1			54,7		70,3	75,8
145	54,3	54,5	56,7	40,4	34,2	36,4	65,3			54,8				61,5		43,8		58	58,2	69,5	97,8	49,2	78,7	62,2			55,3		70,5	75,8
146	54,3	54,4	56,7	39,8	33,9	27,7	65,2			54,8				61,5				56,6	58,2	69,5	96,6	49,1	78,2	62,1			55		71,4	75,9
147	54,6	54,5	56,7	40	33,8	37	65,2	56,1		54,7				61,3				56,6	58,5	69,4	96,3	48,9	78,5	61,7			55			75,7
148	54,2	54,4	56,7	39,7	33,8	38	65,2	58,8		54,9				61,3				56,5	58,1	69,2	94,6	48,9	78,9	61,5			54,9			75,7
149	54,4	54,3	56,6	40,9	33,9	37,8	65,1	62,6		54,4				61,5				56,9	58,1	69,2	94,4	48,7	77,8	61,2			54,9			75,8
150	54,4	54,3	56,6	40	33,5	37,9	65,1			54,5				61,3				56,8	58,7	69,5	94,2	48,7	78,6	61,1			55,1			75,4
151	54,4	54,3	56,7	40,4	33,7	27,5	65			54,3				61,5				56,9	58,1	69,2	94,2	48,6	78,3	61			55,2			75,9
152	54,2	54,3	56,5	40,7	33,4	38	64,9			54,4				61,3				56,1	58,6	69,3	94	48,4	78,6	60,6			54,8			75,2
153	54,1	54,2	56,7	40,1	33,4	38	66,2			54,5				61,2				57,7	58,1	69,2	93,9	48,2	78,4	60,7			54,7			75,4
154	54	54,3	56,7	40,4	33,4	27,3	66,3			54,5								56,8	58,3	68,8	93,9	48,2	78,3	60,7			54,7			75,2
155	54,1	54,1	56,5	39,5	33,4	22	66,2			54,5									58	68,8	93,9	48,1	77,9	60,6			54,6			75,6
156	54,1	54,3	56,5	40,6	33,4	27,3	66			54,4									58,1	68,9	93,9	48	77,8	60,6			54,4			75,6
157	53,9	54,2	56,4	40,3	33,6	27,3	65,9			54,2									58,1	68,7	93,5	47,7	78	60,3			54,5			75,5
158	53,8	54,2	56,1	40,2	33,4	33,5	65,9			53,7									58,1	68,8	93,7	47,5	77,9	60,3			54,2			75,4
159	53,8	54,2	56,2	40,2	33,4	37,4	65,8			54,3									58	68,5	92,2	47,4	78,3	60,1			54,4			75,5
160	53,5	54,2	56,3	40,2	33,4	37,8	65,7			54,1									58	68,4	92,1	47,3	77,8	60,2			53,9			75,3
161	53,7	54,1	55,5	39,4	33,5	27,1	65,6			53,3									58,4	68,5	93,2	47,3	77,6	59,8			53,8			75,3
162	53,7	54,2	55,7	40,8	33,3	22	65,8			53,2									58,1	68,3	91,9	47,2	77,6	60			54,3			75,4
163	53,8	54,2	55,2	39,3	33,5		65,6			53									58,3	68,6	92,9	47,1	77,6	59,6			54			75,5
164	53,8	54,1	55,2	38,9	33,5	27,2	65,7			53,1									58,3	68,2	91,9	46,9	77,2	59,8			53,9			75,4
165	53,7	54	55,3	40,7	33,3	27,1	65,5			53,1									58,2	68	91,7	46	77,4	59,9			53,6			75,4
166	53,4	54,2	55,4	40,8	33,3	37,2				53,2									57,9	68,1	91,5	46,7	76,2	59,8			53,5			75,3
167	53,5	54,2	55,3	40,8	33,3	26,2				53,1									58,5	67,6	91,7	46,7	76,2	59,6			53,4			75,1
168	53,3	54	55,2	39,8	33,3	37,6				53,1									57,7	68	91,5	46,6	76,5	59,6			53,4			75,3
169	53,3	53,9	55,3	39,6	33,1	27,1				53									59	67,9	91,6	46,6	76,5	59,4			53,4			75,2
170	53,3	53,9	55,2	40,8	33,3	36				53									57,8	67,8	91,4	46,4	76,5	59,3			53,3			75,1
171	53,3	54	55,3	40,7	33,2	27,1													58	67,8	91	46,2	76,5	59,1			53,2			75,1
172	53,1	53,8	55,2	39,9	33,2	27,1													57,6	67,6	90,9	46,2	76,3	59			53,2			75,1
173	53,2	53,8	55,3	38,7	32,9	27													57,5	67,5	90,8	46,1	76,5	59,1			53,1			74,9
174	52,7	53,7	55,3	40,8	33	27,1													58,2	67,8	90,7	45,9	76,5	58,9			53			75
175	52,8	53,7	55,3	39,6	32,8	27,1													58	67,4	90,7	45,9	76,5	59,1			52,9			75,1
176	53,1	53,7	55,2	39,4	32,6	37,2													57,9	67,7	90,3	45,1	76,5	58,9			52,8			74,8

Anexo A

Medições de angulos de contacto

177	53,1	53,7	55,3	39,9	32,6	26,9													57,9	67,7	90,2	46,3	76,8	59,2			52,7			74,7	
178	53,1	53,7	55,3	40,7	32,7	27,6													58	67,6	90,2		76,6	59,3			53			75,1	
179	53,1	53,6	55,1	40,5	32,5	27													57,9	67,6	90,2		76,6	58,8			52,8			74,7	
180	53	53,7	55,1	38,5	32,6	35,9													57,6	67,5	90,1			58,7			52,6			74,5	
181	53	53,7	55	39	32,6	26,9													58,3	67,6	90			59,3						74,7	
182	52,9	53,7		40,3	32,6	26,8														67,5	90			59						74,6	
183	52,8	53,6		40,2	32,5															67,6	89,9			58,4						74,6	
184	52,7	53,6		40,3	32,6															67,6	89,8			58,4						74,5	
185		53,5		38,9	32,6																88,8			58,3						74,5	
186		53,5		40,1	32,6																92,5			58,4						74,4	
187		53,7		40	32,7																88,5			58,6						74,1	
188		53,6		38,1	32,5																88,4			58,3						74,4	
189		53,6		40	32,6																			58,5						74,3	
190		53,6		38,9	32,3																			58						73,8	
191		52,7		39,9	32,5																			57,8						74,5	
192		53,5		39,9	32,4																			57,7						74,1	
193		53,6		37,8	32,6																			57,6						73,9	
194		53,3			32,4																				58,7						74,1
195		53,5			32,5																				57,8						
196		52,5			32,5																				58,3						
197		52,5			32,3																				58,4						
198		53,4			32,2																				58,2						
199		52,4			32,1																										
200		53,4			32																										

Anexo B

Medições de Ângulos de Contacto

PINHO SEM TRATAMENTO - Cola 360																														
Tempo (seg)	BORNE															CERNE														
	184			178			187			188			191			193			186			180			195			196		
	184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3
1	81,6	69,5	110	77,6	92,8	83,6	133,8	121,3	117,9	115,3		118,6	126,2	116,3	112,9	120,4	113	113,7		139,4	121,9	97,6	95	78,5	87,4	101	111	111,7	105,3	104
2	73,5	67,5	95,4	75,1	83,1		112,3	111,7	116,2	106,9	116,7	116,3	115,7	107,8	111,2	117,9	108	102,9	114,3	124,1	112	85,3	88,6	76,3	85,3	93,6	103	104,1	97,5	96,5
3	69	56,2	90,3	70,1	73,8	65,9	99	103,8	113,1	98,3	114	110,2	114	102,9	104	112	105	99,9	114,1	124,7	107,3	81,7	82,9	72,7	80,5	87,7	101,1	98,7	91,2	88,7
4	65	52,2	84,1	66,2	68,7	60,3	93,8	99,7	110,7	99,9	104,9	109,6	105,8	101,7	97,7	106,5	103	97	115,9	116,9	109,2	80,2	80,6	71,7	77,9	85,7	94,2	92,7	84,1	83,7
5	63,4	48,6	81,2	62,3	63,5		90	97,2	109,6	96,7	99,7	105,5	100,9	98,9	96,9	105	102	94,8	113,5	114,4	109,1	77,9	79,2	70,1	76,1	83,8	93	93	82,5	78,5
6	61,2	47,5	78,4	60,5	59,7	57,2	86,5	95,5	110,3	94	99,6	102,3	101,4	99	96,8	98,8	97	92,3	113,5	115,6	105,3	77,2	76,9	68,1	73,7	81,8	90,3	88,4	81,9	75
7	59,8	51,2	76,5	59,9	58,9	56,3	84,1	95	108,1	91	96,6	102,1	96,8	97,4	91,6	98,3	96,8	91,9	111,5	114,1	106,2	77,2	76,6	66,1	62,5	81,7	90	84,1	80	74,9
8	58,9	48,6	75,6	55,5	56,9	57,1	81,3	91,5	106,6	88	93,9	99,4	96,9	96,8	94,2	95,4	94,8	86,7	112	112,4	102,7	76,8	76,4	64,6	64,3	79,7	87,3	80,7	78,5	71,1
9	60	49,5	73,4	53,4	55,8	51,2	79,8	89,1	104,8	87,6	93	102,7	99,2	96,5	91,7	95,3	94,9	86	111,7	113	104,8	75,6	75	64,2	63,9	78,3	89,4	79,6	76,4	68,2
10	57,9	47,1	70,2	50,2	55,1		78,4	88,9	104,6	87,1	90,1	99	97,3	96,4	91,2	93,5	92,9	86,5	111,3	110,7	105,9	75,3	74,1	64,2	66,5	76,7	85,5	77,3	75,3	68,6
11	57,6	45,8	69,4	49,8	53,6	50,4	76,9	84,8	101,6	84,3	92,4	97	95,1	94,9	88,2	92,8	94,3	85,2	111,6	113,5	102,8	75,7	72,4	62	65,2	74,3	83,7	87,9	74,6	
12	57,6	43,4	69,3	47,5	50,8	48,9	75,1	83,8	102	83,1	91,6	98,2	97,3	90,6	87,9	88,8	91,1	85,9	111,3	111,3	102,3	75	72,6	60,9	66,5	75,6	82,5	77	74,6	67,8
13	57,4	44,4	67,7	46,2	56,6	48,9	75	81,6	104,7	82	89,8	99,6	93,5	88,1	84,8	89,1	91,4	85,5	111,2	113,2	102,9	73,4	71,4	61	64,3	72,8	80,5	83,6	72,1	66,3
14	56	41,6	66,2	45,7	53,1	49,4	75,3	81,3	101,7	82,5	90,7	99,3	96,2	87,2	85,1	89,6	90,7	84,6	111,2	112,5	102,8	73,3	71,2	59,7	63,1	73,3	80,5	75,6	72,5	57,9
15	55,1	44,6	64,4	45	50,7	48	73,6	80	102,9	80,8	90	99	92,9	86,5	82,8	88,5	91	83,9	111,2	112,1	104	72,7	71,3	58,2	63,4	73,6	78,2	73,6	72	
16	54,6	39,7	63,6	45,3	50,2	49,1	73,3	79,3	101,8	81	90,9	97,2	93,2	87,3	80,5	87,3	89,5	82,3	111,1	111,8	103,8	70,6	71,4	58,7	61,7	71,4	78,3	72,3	71,6	
17	53,7	39,3	62,2	43,8	50,2	47	73,1	78,6	95,8	81,4	87,6	100,2	89,8	87,3	81,8	87,3	88,5	83,1	111,1	110,1	103,4	71	70,5	58,6	61,8	70,6	78,7	76,7	70,8	
18	53,5	39,3	61,2	43,7		48,9	69,8	77,8	96,4	80,8	89,6	99,8	89,6	87,7	81,3	85,9	90,3	82,5	112,7	110	100,8	71	69	56,3	62,7	70,8	76	70,1	72,4	
19	53,7	40,4	60	43,2	50,6	47,9	69,5	77,6	95,9	81,6	88,7	97,9	89,5	86,7	80,3	85,6	87,5	81,1	112,5	110	100,7	71,3	68,5	56,5	57,4	69,6	76,5		71,7	58,3
20	53,4	39,6	58,5	40,9		47,5	67,7	77,5	95,7	81	86,9	97,8	88,8	85,4	80,1	83,4	87,2	81,8	109	113,3	100,7	69,5	68	55,9	59	70,4	76	63,7	69,9	67,7
21	51	41,3	59,1	41,4	39,8	48,5	67,3	74,3	95,3	81,3	85,3	97,6	87,7	86,7	81,3	85,9	86,4	80,5	109,1	111,5	100,6	70,6	65,7	55,5	62,6	70,3	75,6		69,7	54,8
22	52	39,5	58,5	40,6	39,6	46,8	66,4	74,6	91,5	80,4	86,2	97,4	87,3	85,6	81,1	84,4	88,2	80,8	112,5	109,9	99,4	68,7	64,9	54,4	63,7	68,2	76	63	68,4	60
23	52,2	42,6	57,2	39,4	39	49,8	65,1	74,9	93,8	78	84,6	97,4	88	85,8	79,2	83,9	86,8	78,8	109	109,3	102,2	70,1	69	55		68,7	75,9	74,5	68,7	59,4
24	50,9	40,1	57,1	39,7	38,8	46,1	64,6	74,3	92	78,3	82,8	97,2	86,4	87,6	79	83,2	86,7	77,9	109	104,1	103,4	69,1	59,6	54,4	54,4	67,6	74,9	65,1	68,6	58,5
25	51,3	39,3	55,8	38,5	38	45	64,1	71,8	92,6	80,3	82,5	95,6	84,9	86,6	78,4	81	85,5	78,2	112,4	103,6	103,3	70,1	66,8	53,7	53,7	65,9	74,5	65,7	68,4	60
26	50,9		55,9	38	37,5	45,4	63,4	71,1	91,1	78,8	82,2	96,8	84,7	86,5	77,9	82,2	86,1	76,8	108,8	101,8	100,5	69,3	67,1	54,3	58	66	74,8	73,6	69,2	60,6
27	49,8	33,8	55,5	39,2	37,2	44,6	62,6	70,4	92,2	78,9	81,5	95,1	85,1	84,9	77,6	80,9	85,7	77,5	112	99,4	101,6	69,2	65,5	53,4	55,5	66	74,6	73,8	68,6	60
28	50,7	36	54,9	37,4	33,1	44,9	63,2	70,1	91,1	77,3	81,5	95,1	83,5	87,2	78,2	80,4	85,4	77,7	108,5	98,2	102,6	69	65	52,4	65,9	65	74,4	72,1	67,7	61,3
29	51	32,7	54,4	36,6	34	44	62,7	68,1	90,4	77,8	81,7	99,6	84,3	86	78,1	80,2	85,1	75,9	109,9	99,2	98,9	68	65	51,5	60,2	64,3	72,9	72,2	67,4	59,9
30		38,8	53,8	36,1	35,1	44,1	61,8	68,3	88,2	76,9	79,5	99,4	84	85,5	76,9	79,5	84,7	75,7	109,9	98,9	98,7	67,3	64,9	52,3	60,2	64,3	74,6	72,3	68,5	59,2
31	49,5	36,3	54,2	35,6	35,1	43,5	61,6	68,3	88,2	75,6	79,7	97,8	82,5	84	76,8	80	85,5	74,5	110	100	99,6	66,8	65	51,6	63,9	63,1	72,5	71,8	68,2	58,6
32	50,7	32	53,2	36,8	35	43,3	60,9	68,3	86,6	75,1	81,8	97,5	84,5	83,6	76,5	77	85,2	74,7	110	99,6	100,5	67,3	65,3	51,1	60,4	62,8	72,2	69,7	67,7	57,9

Anexo B

Medições de Ângulos de Contacto

33	48,6	37,6	52,9	36,8	34,6	41,4	60,7	67,8	87,1	74	80,2	97,3	83,3	85,4	76,2	76,2	84,1	74,4	109,9	97,8	100,3	65,5	64,6	51,6	60,6	62,7	73	69,3	67,9	58,1
34	49	32,7	52,5	35,2	34,5	41,7	59,9	67,6	86,7	73,8	78,2	95,6	82,1	84,4	76,1	75,4	84,1	74,4	110	98,8	98,9	65,1	64	50	58,6	62,9	72,8	68,2	67,3	56,5
35	48,5	30,5	49,5	35	34,3	41,8	59,9	67,3	86,9	72,8	78,2	95,5	81,4	83,6	75,8	74,9	83,9	73,3	110	96,7	99	66	63,1	49	58,7	61,4	70,7	68	67,2	62,7
36	48,1	30,5	49,8	34,5	33,1	41,2	60,2	65,5	85,5	74,8	80,3	95,3	83,2	85,4	76,4	73,8	83,6	73,5	109,7	97,1	98,9	65,8	62,9	48,1	59	61,5	70,6	67,2	66,3	56,2
37	47,8	29,7	48,8	35,1	33,2	41,1	61,2	63,9	84,7	74,7	79,9	95,1	82,8	82,8	76,1	73	83,4	73,6	108,3	96,9	98,9	65,2	62,7	48,2	49,3	61,8	70,5	67,2	66	57,6
38	47,4	32,3	48,2	34,4	32,7	40,9	60,1	63,7	83,6	74,3	78,5	96,5	81,6	83,6	75,1	73,7	84,1	73,7	109,9	96,7	98,8	65,3	64,1	48,5	58,8	62	71	67,2	66,5	54,9
39	48,2	28,4	47,9	34,3	32,2	40,7	60,5	62,9	83,3	73,6	80,8	96,3	81,1	83,1	76,6	71,7	84	72,2	107,9	96,7	98,7	63,9	63,2	47,2	58,6	61,8	70,8	65,5	65,7	55,3
40	47,4	30	46,8	34,2	32	40,6	59,6	63,5	84,8	72,7	79,4	96,2	80,5	80,8	76,2	74,2	83,6	72,6	109,7	96,7	98,6	63,8	61,7	47,4	58,4	61,7	70,4	65,7	65,6	55,7
41	47,4	29,5	47,3	33,6	32,2	40,6	59,4	63,7	83,5	71,6	79,2	96	82,4	81,9	74,2	73,2	83,4	72,4	109,6	96,6	98,4	63,3	61,6	46,6	58,6	60,9	70,3	65,3	65,4	
42	47,4	29,8	49,7	33,7	31,6	39,5	57,9	63,4	81,9	71	77,5	94,4	81,2	81,5	74,1	74,2	83	72,8	110,9	93,5	99,5	63,3	62,8	46,5	58,6	60,9	69,4	65,6	64,5	55,4
43	47,5	30,1	47,8	33,5	31,6	39,4	55,8	63,3	82,5	71	77,5	94,3	79,8	81,5	74,7	70,6	80,8	72,1	111	96	99,4	63,4	62	46,3	58,7	60,8	69,2	65	66,6	55,8
44	44,8	30	50,7	32,8	31,2	39,3	57,6	63,2	82	70,3	76,1	93,9	80,3	79,2	74,1	71,6	81,4	72,4	109,4	92,5	96,7	61,7	61,8	46,8	58,6	61	69,3	64,8	63,8	55,8
45	47,5	29,3	50	32,9	31,4	39,4	57,8	63	80,5		76	93,9	80	78,5	74,4	70,2	82	73	109,7	92,5	96,7	62	60,7	45,5	58,7	61	69,6	66,5	64,2	54,3
46	47,5	27,6	49,5	32,3	30,8	39,2	57,1	63,4	79,6	70,5	77,7	93,7	78,6	79,2	73,7	69,8	81,9	71,3	111,2	93,6	96,7	62	60,8	45,9	57,2	61,1	69,2	66,5	64,4	54,4
47	45,4	28,8	49,5	32,3	30	39	57,5	62,9	79,8	69	75,2	92	77	79,4	72,5	68,3	81,9	71,2	107,9	93,3	96,6	61,5	61,2	45,5	57,2	59,6	69,1	64	64,1	53,9
48	46	28,2	49,7	31,6	38,2	38,9	57,9	62,3	78,6	70,7	77,3	95,1	78,4	78,9	74,2	69,1	81,7	70,9	111,1	94,4	97,5	61,5	60,9	44,6	56,8	59,6	68,9	64,9	64,1	55,2
49	45,2	27,5	49,9	31,8	36,6	38,9	57,1	62,1	78,1	70,1	77,3	94,8	77,9	79,1	74,8	70,6	81,6	71,4	106,3	94,2	97,4	61,8	60,7	44,8	57,1	60,1	68,5	66	64,1	55,1
50	46,6	26,1	49,8	31,2	37,1	38,8	57,6	62,1	77,4	70,2	76,9	94,7	77,5	78,2	73,5	69,3	81,2	71,2	106,3	93,8	97,5	61,7	59,6	45,5	57,1	59,4	68,6	66,3	63,2	54,9
51	46,2	28,3	49,2	30,7	36,6	38	57,5	60,5	77,1	69,4	75,5	94,7	77,3	78	73	68,9	81,4	70,9	106,4	94	97,3	60,3	59,7	45,7	57	59	67,9	64,4	62,8	54,6
52	46,4	27,9	49	29,4	29	37,8	56,4	60,4	76,6	68,7	75,8	93	76,8	76,8	73,2	68,1	81,3	70,8	106,3	92,2	97,3	60,3	59,5	44,5	57,2	59,8	68,5	64,4	62,8	53,6
53	45,8	33,5	49	29,7	28,5	38,1	56,4	60,3	76,4	68,8	75,5	92,9	76,4	76,6	73	67,2	81,2	70,8	111,3	90,9	97,4	60,2	59,6	43,7	57,3	59,8	68,4	66	62,8	54,5
54	46,3	27,5	48,8	29,3	28,7	38	55,8	60,8	75,8	68	75,5	92,8	75,9	77,2	72,9	66,6	79,5	70,7	107,6	92,9	97,3	60,1	59,6	44,5	56,6	58,1	68,3	61,9	63,2	53,9
55	46,2	27,2	49,1	28,9	28,6	36,7	56	60,4	74,8	67,7	75,2	92,8	77,3	76,4	71,4	66,5	79,7	69,5	107,6	92,5	97,1	60,1	58,4	44,5	57,1	58,4	68,4	62,9	62,4	54
56	46,3	26,9	48,6	29	28,6	36,1	55,9	60,4	74,5	69,5	75,8	92,8	73,5	76,3	73,1	66,4	79,6	69,3	111,8	89,8	97,1	60,2	58,3	44,5	57,4	57,5	68,6	63,1	62,8	53,6
57	45	26,8	46,8	28,8	28,1	35,9	55,5	60,5	75	69,3	75,5	92,5	76,2	76,9	72,5	66,2	79,6	69,2	109,1	89,6	97	60,5	57,9	44,5	57	57,9	68,3	59,4	63,2	52,7
58	45,1	26,8	48,7	29	27,8	35,8	55,5	58,9	76,6	69,1	74	92,3	68,4	76,5	71,9	65,7	79,5	69,1	107,5	89,1	98,1	58,9	57,3	43,9	57,2	57	65,7		63,4	54
59	44,9	26,8	45,8	29,9	28,1	35,7	55,4	58,1	75,3	68,7	74,6	92,3		76,3	71,5	65,5	79,3	69,2	109	90,5	98	58,8	57,9	43,4	57,3	58,1	65,6		63,4	53,8
60	45,5	26,4	48,1	28,3	28,1	34,9	56,1	58,8	75,4	68	73,3	92,3		76,1	71,5	67,6	79,2	69,2	108,3	90,4	98,2	59,2	56,9	43,1	55,8	58,1	67		62,8	52,9
61	45,5	26,2	45	28,4	27,2	34,8	55,6	58,9	75,3	68	73,8	97		75,9	71,6	65,3	78,8	69,3	108,3	90,9	98	58,6	55,2	43,2	55,9	56,6	66,2		62,4	53,6
62	45,5	26,4	48,3	28,9	27	34,8	56,1	58,7	74,4	67,4	73,1	94		75,6	69,6	66,6	78,6	69,3	108,4	90,7	97,9	58,4	57,3	42,8	56,1	57,1	66,6	64,3	62,4	53,7
63	44,9	21,3	47,2	28,1	27	34,7	55,7	59,1	73,5	67	73,5	92		74,8	69,2	67	79,1	69,8	109,7	90,8	97,7	58,1	56,2	42,9	55,8	57	66,6	56,1	62,4	53,6
64	43,9	22,4	48,7	28	27	34,6	55	58,7	74,1	67,5	73,5	95,3		74,5	69,6	65,6	78,4	69,6	109,5	87,9	98	57,9	56,8	42,5	55,4	56,5	66,3	59,4	62,4	51,8
65	45,2		44,6	27,5	26,8	33,9	54,7	58,3	73,2	66,5	73,7	95,4	73,2	75,3	68,4	65,9	78,9	69,3	109,4	90,4	95,4	57,9	56	42,5		56,5	67,2	59,2	62,5	52,4
66	44,1	25,5	46,8	27,7	26,7	34,1	54,7	57,5	74,3	66,8	72,7	91,8	68,2	74	69,3	65,3	78,8	69,1	109,4	90,5	95,4	58	56,4	42,5	55,3	57,4	67,1	59,3	62,6	53,4
67	44,3	25,5	44,7	27	26,3	33,7	54,3	57,8	74,9	66,2	72,6	95,3	71,5	74,1	68,1	65,3	78,5	68,5	108,8	88,7	95,5	58	55,8	43		58	67,2	57,9	62,6	52,4
68	45		44,4	26,3	26,2	33	54,5	58	75,1	65,7	72,6	95	71,3		69,1	65	76,4	68,3	109,6	88,5	96,7	58,4	55,5	42,6	61,1	57,8	67,1	58,8	62,2	52

Anexo B

Medições de Ângulos de Contacto

69	42,9		47,4	26,9	26,2	33,2	56,1	58	74,8	65,7	72,4	91,5	72,7	74,2	67,9	64,9	76,6	68,8	106,3	88,1	96,5	57,2	55,6	41,7	53,5	57,4	65,4	64,1	61,7	50,6
70	43,7		48,4	26,2	26,3	33,1	54,4	56,8	74,2	67,5	74,6	90	71,9	74,2	71,7	63,7	76,5	68,6	109,2	89	96,4	56,8	55,8	41,5	57,1	56,3	65,6	63,8	61,5	51,8
71	42,6	25,1	48,3	25,3	26,3	33	53,1	57,8	74,2	67	74,4	94,6	70,6	74,2	64,6	63,9	76,7	68,4	109,6	88,8	96,4	56,7	54,7	41,9	60,9	56,1	65,5	63,8	61,5	51,6
72	43	24,9	44,3	25,3	26,2	32,6	53,1	56,9	73,7	66,9	74,4	94,5	72	73,3	70,7	63,8	76,8	68,2	109,9	88,7	96,4	57	54,5	41,1	55,7	55,3	65,1	61,6	61,4	51,6
73	42,9	19,8	46,8	25,2	26,1	32,4	52,8	57,2	73,5	66,6	74,5	94,4	71,5	73,1	74,1	63,5	76,6	68,2	109,5	88,7	96,5	57	54,3	41,1	55,8	55,3	65,6	61,2	62,3	53
74	42,7	44,6	46,1	24,6	25,9	32,6	53,9	57,5	73,8	66,1	74,4	94,2	70,8	73	66,1	63,3	77	68,2	106,1	88,5	96,4	56,9	54,7	40,7	55,6	55,8	65,6	60,1	61,4	50,6
75	42,9	24,6	43,9	24,6	25,6	31,8	54	56,9	73,5	65,9	73,2	92,7	70,2	72,7	74,1	63	76,8	66,8	106,1	88,6	96,5	56,8	54,8	40,8		56,4	65,2	63,2	61,7	50,4
76	42	24,4	46	24,9	25,6	31,5	53	55,5	73,2	65,8	72,9	92,7	69,2	72,6	64,3	64,3	76,6	68	104,7	88,5	96,4	56,8	54,3	40,7	48,1	55,9	65,5	59,7	61,4	51,8
77	38,8	24,2	43,7	24,8	25,8	31,2	52,9	55,2	73,3	65,4	72,6	92,6	69,2	72,5		63,7	76,5	68,4	108	88,2	96,4	56,9	54	39,9	58,7	56	65,8	62,1	61,3	52,5
78	43	24,2	43,5	23,6	25,7	31,3	53,2	55,8	73,1	65,5	72,6	92,4	69	72,3		63,4	74,9	66,7	110,9	88,4	96,3	55,7	53,8	39,8	48,8	56,5	66	59,9	61,3	51
79	44,3	24,2	43,3	24,1	25,8	31,3	52,9	55,9	72,7	65,3	72,1	92,4	70,7	71,6	69,9	63,5	75	66,6	107,3	87,2	96,2	55,7	53,9	39,6	60,7	56,3	66,1	59,5	60,9	51
80	44,6	23,9		23,5	25,4	31	53,4	55,3	73,5	65	71,3	92,3	68,7	70,9	69,7	62,6	75,1	66,6	106,1	86,8	96,1	55,8	53,9	39,6	49,1	55,5	66,3	59,2	61,6	49,9
81	43	23,8	45,4	23,8	25,3	30,8	53,3	55	73,1	65	73,2	91,9	68,5	71	69,6	62,4	75,1	66,6	107,8	88	96,1	55,6	53,7	39,5	49,4	55,6	66,3	59,3	60,4	51,4
82	42,4	23,7	43,4	22,5	25,1	30,8	53,6	55,3	73,2	65,1	72,8	90,3	68,3	70,7	69,7	61,3	75,1	66,5	109	86,5	96	55,4	53,6	40	59,4	55,8	66,3	59,3	56,4	52,5
83	43,1	23,7	46,8	23,6	25	30,7	53,6	54,9	72,8	64,6	72,9	91,4	69,9	70,5	69,7	62,8	75,4	66,5	108,7	87,7	94,6	55,4	52,6	39,6		54,4	66,3	59,1	59,7	51,3
84	42	23,9	46,8	23,4	24,9	30,7	53,6	54,6	72,8	64,3	72,6	89,8	69,8	71,6	69,3	63,1	75	66,5	108,9	87,7	95,7	55,5	52,6	39,5		55,8	66,2	59	60,5	52,3
85	36,8	23,9	46,8	22,1	24,9	30,8	52,1	54,6	70,5	64,1	72,7	91	69,7	71,6	69,2	62,1	74,8	66,4	108,8	87,7	95,7	55,5	52,6	39,4	61,9	55,6	66,1	58,9	60,6	51
86	37,8	23,6	47	22	24,8	30,2	53	55,3	71,9	63,8	71,7	89,5	69,7	71	69,7	61,5	75,2	66,6	105,6	87,5	95,7	55,3	52,7	39,3	50,1	55,7	65,9	60,1	60,6	50,9
87	37,6	23,9	46,3	21,9	24,6	30	52,4	54,8	71,7	63,6	71,2	90,9	69,4	70,7	69,8	61,6	75,1	66,4	105,7	87,1	95,8	55,3	52,5	38,8	50,5	55,5	66,1	59,9	60,5	51
88	36,8	23,8	46,6	21,9	24,5	29,9	52,6	54,4	71,7	64,9	70,9	90,9	69,1	70,2	68,2	61,5	74,9	66,4	105,7	87,2	96,3	55,2	52,4	38,8	54,7	55,5	65,7	60	60,6	50,7
89	39,9	23,6	46,4	21,5	24	30	52,1	54,8	70,5	64,9	70,7	90,8	69	70	69,8	62,1	75,1	66,6	105,5	86,8	95,7	55,3	52,2	38,7	54,7	55,8	66,1	59,7	60,1	50,6
90	40,5		42,2	22,4	23,9	29,9	51,2	54,6	69,7	64,6	70,4	90,7	68,5	70	68,8	61,5	74,9	66,5	105,7	87	95,3	55,3	52,2	38,8	56	55	65,5	59,6	61,6	50,5
91	39,2	19,5	40,9	21,3	23,9	29,9	52,4	53,9	69,5	63,8	70,4	90,4	68,7	69,5	68,6	61,2	74,8	66,8	105,5	87,1	96,6	55,2	52,2	39	54,3	55,8	65,8	59,5	61,5	48,9
92	39,3	23,2	41,7	22,1	23,9	29,7	52,9	53,9	69,5	63,5	70,2	90,5	68,7	69,4	68,7	61	74,7	66,8	105,6	86,7	95,2	55,1	53,3	38,5	56,2	55,5	65,5	59,5	61	50,3
93	37,5	19,5	47,4	20,6	23,6	29	51,1	55,2	69,5	63,3	70,2	90,4	68,7	69,1	68,5	62,1	74,8	65,4	105,5	88	96,6	55,2	52,1	38,3	56,2	55,8	65,1	58,3	60,8	51,4
94	37	23	41,6	20,6	23	28,7	51,3	54,6	69,8	63,2	70	90,3	68,5	66,9	69,3	60,2	74,7	65,3	104	86,5	94,1	53,7	51	38,3	54	55,6	65,3	59,2	60,7	51,4
95	35,9	23	41,6	20,7	22,8	28,5	51,1	54,5	69,8	62,7	69,8	92	68,3	66,2	69	60	74,7	65,4	105,6	87,9	96,6	53,9	51,4	38,8	53,9	56	65,3	59,2	60,7	51,3
96	35,8	17,8	41,7	21,3	22,4	28,9	50,1	54,4	69,6	63,4	69,6	91,9	68,1	68,1	67,8	59,9	74,8	65,3	105,5	87,6	94,1	53,8	52,4	38,3	54,6	55,9	64,9	59	61	51,2
97	36,3	19,8	41,8	21,2	23,3	29,1	50	54	69,6	62,5	69,4	91,9	67,8	68,6	69,9	60,2	74,3	65,3	105,4	87,3	95,3	53,8	51,3	38,4	54,6	55,2	63,3	59,3	61,1	50,9
98	35,4	22,6	41,2	20,4	22,2	28,7	50,6	53,9	69,4	63,3	69,3	91,8	67,6	67,8	67,4	60	74,7	65,3	103,9	87,5	94	53,8	51,2	38,4	54,3	54,5	63,5	59,1	60,7	48,3
99	35,8	22,3	41,4	21,2	22,1	28,5	51,7	54,5	69,1	63,2	69	91,7	67,4	68	67,5	59,7	74,9	65,1	105,6	87,8	93,9	53,8	51,1	37,4	52,9	54,7	63,5	58,8	60,3	51,1
100	35,1	17,8	41,1	19,8	22	28,4	50,7	54,4	68,6	63,1	68,8	91,6	67,3	67,2	69,7	59,8	74,7	65,5	107	87,5	95,1	53,5	50,9	37,4	54,9	54,6	63,4	58,7	60,6	51,1
101	35,3	22,3	41,8	19,8	22,8	27,8	50,1	54,4	68,5	62,7	68,8	91,5	67,2	67,9	69,6	59,5	74,8	65	106,7	86,2	94	53,6	51,1	37,6	53	54,2	63,8	57,9	60,4	51
102	38,9	22,4	41	19,5	22,2	27,7	49,7	54,6	68,3	62,6	68,8	91,3	67,2	67,2	69,3	59,4	74,5	65,2	106,6	86,5	93,8	53,7	50,8	37,3	53,4	54,7	63,7	58,6	60	51
103	39,3		41,1	20,4	29,6	28	49,9	53,9	68,4	62,1	68	91	67,1	67,2	69,4	60,7	74,5	65,3	105	86,3	93,7	54	50,3	37,3	52,7	54,6	64,1	58,5	60,2	50,9
104	35,6		41,1	20,3	22	27,8	50	53,7	68,3	61,8	67,7	89,3	66,9	66,8	69,5	59,1	74,8	65,3	106,7	86	96,3	52,7	50,1	37,1	52,9	54,5	63,6	58,4	60,2	51

Anexo B

Medições de Ângulos de Contacto

105	35,6		41,3	19,5	22	27,6	49,9	53,7	68,1	61,6	68,1	88,3	66,7	66,7	67,1	60,5	74,8	65,3	105,4	85,9	95,1	52,8	40	37	53	55,8	64	58,4	60,2	50,6
106	38,3		41,3	20,3	22	27,7	49,7	53,6	67,9	61,8	67,9	88,1	66,6	66,6	66,5	59	74,5	65,3	106,8	85,7	95	52,7	39,8	36,8	52,8	53,7	63,8	58,4	60,1	50,7
107	34,8		43,1	19,2	22	27,2	49,4	52,5	67,9	61,4	67,8	87,7	66,4	66,5	66	59,2	75	65,3	106,9	86,3	94,9	52,5	49,9	36,7	52,8	54,4	63,6	58,3	60,1	48,2
108	36,6		43,2	19,9	21,8	27,3	49,3	52,4	68	61,5	70,1	86,3	66,2	66,7	68	58,8	74,9	64	106,7	86,8	94,9	52,7	50,2	36,7	52,9	54,8	63,8	58,4	59,9	50,6
109	35,1		42,2	18,9	29,5	27,3	49,9	52,3	67,6	60,8	69,7	86,3	66,1	66,7	66,8	58,9	74,8	64,1	105,3	87,1	94,8	52,3	39,4	36,6	53	55,9	63,7	57,5	59,8	47,6
110	38,9		40,7	19	21,6	27,2	49,3	52,1	67,2	61	69,4	86	65,9	66,4	67,2	59,2	74,8	64	105,2	86,8	94,9	52,3	48,6	36,6	53	54,7	63,8	58,2	59,8	49,1
111	34,3		40,4	19,9	21,4	27,2	49,3	52,4	67,4	60,9	69,1	86	65,8	66,2	65,9	58,7	74,8	64	105,3	86,7	94,8	52	39,5	36,6	52,9	54,8	63,6	58,2	59,6	47,7
112	33,6		40,6	19,8	21	27,1	49,2	52,6	67,5	62,2	68,4	89	65,8	66,9	65,7	58,6	74,3	64	105,3	86,6	94,8	52	40,5	36,4	53	54,7	63,4	57,9	59,6	48
113	35,7		40,6	18,9	21,2	26,7	49	52,3	67,4	62	68,3	85,9	65,7	66,1	64,2	58,5	74,3	64,1	106,9	86,4	94,7	51,9		36,2	52,9	54,8	63,5	56,2	59,4	48,4
114	35,8		43	19,4	22		48,9	52,2	66,9	61,4	68,1	85,7	65,6	66,2	65,6	59,5	74,3	64,2	105,4	86,5	94,7	52	39,9	36,2	52,8	55,4	63,4	57,7	60	49,2
115	39,3		38,9	19,3	22,2		48,8	52,3	67,1	61,5	67,7	85,5	65,5	66,2	65,4	59,3	74,3	64,1	106,7	86,5	94,7	51,9	39,8	36,3	52,6	55,3	63,3	56,6	59,7	49,2
116	34,7		40,7	19,3	22		48,6	52,1	66,8	61,3	67,8	85,6	64,9	65,9	63,9	58,4	74,2	64,2	106,7	86,4	94,6	52	45,2	35,6	52,7	55,1	63,6	56,7	59,5	47,9
117	35,4		40,3	19,3	21		48,8	52,1	66,7	61,1	67,8	85,5	64,9	66	64,7	58,3	74	64,2	106,5	86,5	94,6	51,9	46	34,6	52,8	55,2	63,4	56	59,9	46,1
118	39,4			18,6			48,7	52	67,3	61	67,5	87	64,5	65,1	66,8	58,5	74,2	64,2	106,6	86,2	94,7	51,6	39,6		52,7	54,5	63,1	56	59,8	46,3
119	34,7		40,2	19,2			48,6	51,9	67,7	60,3	67,6	87	64,3	65,3	67	58,2	72,4	64,2	106,5	86,5	94,7	51,5	39,3	29,3	52,8	54,6	63	56	59,5	47,1
120	39,3		39,6	19	19,9		48,6	51,9	67	60,6	67,2	86,6	65,8	65,1		58,6	73,8	64,3	106,5	85,5	93,4	51,4	39,6	33	51,9	54	63,2	56	59,3	48,4
121	38,7		40,7	18,9			48,5	52,1	66,5	60	66,8	88	64,7	65,1	66,7	58,1	73,8	64,2	106,3	85,1	93,4	51,4	39,2	33	51,9	53,9	63,3	56	59,2	47,5
122	38,8		41,8	18,1			48,4	52,1	66,5	60,2	66,7	86,3	64,1	65	70,7	58,1	73,7	64,1	106,2	84,9	93,5	51,3	39	33,6	51,9	54,1	63,2	56	59,1	49,7
123	38,7		39,5	18,5	23,7		48,3	51,8	66,5	59,9	66,4	87,4	64,1	64,7	66	58	73,6	64	106,4	84,8	93,5	51,3	41		51,9	54,8	63,2	55,9	59,3	50
124	39,1		40,4	18,6	21,3		48,3	51,9	66,8	59,8	66,3	87,3	64,2	64,6	66,3	58	73,8	64	106,2	86,1	93,4	51,3	37,7		53	53,7	63,6	55,8	59,2	48,9
125	39,2		46,6	18,1	27,2		47,8	51,7	66,8	59,4	66,1	85,6	65,4	64,4	62,8	57,9	73,7	63,1	106,4	86,2	93,5	51,2	43,2	33,7	51,9	53,9	63,5	56,5	59,1	49
126	39		40,9	18,1	28,2		48	51,7	66	59,2	65,9	85,5	65	64,3	65	57,7	73,4	63,1	106,3	85,9	93,3	51,2	40,5	34,2	51,9	54,5	63	56,2	59,2	51,8
127	39,4		41,7	18,8	21,1		48,1	52	65,9	59,5	65,7	85,4	67,8	64,1	68,2	57,3	73,5	62,9	106,2	86,3	93,4	50	40,7	33,8	53	54,7	63,3	56,2	59,8	45,8
128	38,7			18,8	29,1		47,9	51,6	66,7	59,1	65,6	85,6	59	64,1	62,7	57,1	73,5	62,8	106,2	86	93,3	50,1	40,7	33,6	52,8	54,2	63,3	55,6	59,5	47,8
129	34,6		41,3	17,8			47,9	51,5	68,3	59,1	65,3	85,2	63,5	63,9	69,1	57,5	74,1	62,8	106,3	85,8	93,3	50,1		34,3	53	54,1	63,3	56,1	58,8	52,1
130	34,3		39,9	18,4			49,8	51,3	67,7	59	67,1	85,2	54,4	64,2	65,9	57,1	73,5	62,9	106,2	85,7	94,3	50,1	40,3	34,3	52,9	54,1	63,3	55,6	58,6	50,9
131	38,9		41,8	18,4	29,2		51,5	51,5	67,4	59	67,1	84,8	58	64,3	62,6	57,4	74	62,8	106,2	85,6	94,3	50,2	40,4	34,2	51,8	54,1	63,2	55,5	58,7	45,5
132	34,2		38,9	17,6	19,1		48,3	51,3	67,3	58,8	66,6	85,2		63,8		57,3	73,7	62,8	106,4	85,6	94,4	50,2	40,1	34,5	52,9	54,4	63,2	55,4	59,2	47,5
133	34,2		39,1	18,2	26,3		47,6	51,2	67,3	58,7	65,8	84,7		63,8	66,1	57	74,1	62,7	106,5	85,6	94,3	50	40,1	33,6	51,8	53,9	63,3	55,5	58,6	45,1
134	34,1		39,4	18,2			46,8	51,2	65,7	58,6	65,4	84,6		63,7		56,9	73,4	62,7	106,4	85,5	94,2	49,8		34,4	51,8	54,1	61,9	55,4	58,4	48
135	38,9		41	18,2	20,6		47,7	51,1	66,7	58,7	65,8	84,6		63,8	62,3	58,5	73,5	62,7	106,2	85,4	94,3	49,8	45,1	34,2	51,6	54,3	61,9	55,4	60	47,2
136	34,1		39,2	18,2			47,4	51,1	64,9	58,3	65	84,6		63,4	68,6	56,6	73,9	62,7	106,1	84,2	94	50,1	44,5	34,1	51,7	54,2	61,9	55,4	58,6	45,8
137	34,2		39,2	18,2			52,6	51,1	66,9	57,8	64,8	83,4		63,9	63,9	57	73,8	62,8	106,3	84,2	94,2	50,3	44,4	33,8	51,6	54,4	61,8	55,4	59,4	
138	39,2		38,2	17,9				51,2	65,3	57,9	64,9	83,3		63,2	64,5	56,6	73,7	62,5	106,1	84,2	94,2	50,1	44,4	33,8	51,7	54,5	61,8	55,3	59,6	44,8
139	34,1		40,4	17,9			46,4	51,1	66,8	59,1	64,7	86,1		63,7	65	56,4	73,4	62,5	106	85,1	94,1	48,9	43,5	33,5	51,6	54,2	61,7	55,3	59,6	47,1
140	38,9		39,2	17,9			37,9	51	66,2	58,8	64,7	86		63	64,3	56,3	73,3	62,5	106,3	84	94,1	49,8	43,8	33,1	51,6	54,7	62	55,3	59,5	44,1

Anexo B

Medições de Ângulos de Contacto

141	34		38,7	17,8			51	66,1	59	64,7	85,9		63,1	66,8	56,3	73,3	62,7	106,2	85,3	94,1	49,8	43,4	33,9	51,8	54,2	61,8	55,2	58,8	46
142	34		40,3	17,7		49,4	50,8	66,5	58,9	64,5	85,9		63	60,6	56,2	72,7	62,9	107,6	84,8	94,2	48,7	43,6	32,8	51,8	54	61,6	55,2	58,4	47,3
143	34,5		38,7	17,7		47,3	50,7	66,4	58,8	66	85,5		62,9		56	72,6	62	105,9	85	94,1	48,6	43,6	33	52,5	54,8	61,6	55,1	59,5	45,9
144	34		39,2	17,7		45,2	49,8	66,4	58,7	66	85,5	68,1	62,8		56	73,3	61,9	104,2	85	93,8	48,6	43,5	33,2	52,6	53,9	61,7	55,1	59,3	47,7
145	38,7		38,2	17,7		49	49,7	66,7	58,4	65,3	85,5	63,6	62,7	67,3	56	72,6	62	107,6	84,7	93,8	48,3	43,5	33,1	52,5	54,9	61,8	55	59,4	43,3
146	38,7		38	17,6	25,4		49,6	66,5	58,3	65,3	85,5	58	63,1	68,7	56	72,4	61,8	107,5	84,9	93,9	48,4	43,5	33,2	52,6	54,1	61,8	55,5	59,3	46,9
147	33,9		38,7	17,6			49,6	66	58,2	65,1	85,1	61,7	63		56	72,6	61,3	107,5	85	94	49,1	43,3	32,9	52,6	54,2	61,5	54,9	59	43,7
148	36,2		41,8	17,6			49,6	65,8	57,8	64,9	84,8	69,2	62,5		56	72,1	61,6	105,9	84,7	93,9	48,6	43,4	32,7	52,5	54,2	61,5	55,7	59,7	43,8
149	33,4		38,4	17,3		39,5	49,7	66,2	57,3	64,7	84,8	62,7	62,7	68,3	56	72,4	61,5	107,5	84,4	93,7	48,4	43,5	32,4	52,6	54,3	61,5	55,1	59,5	46,7
150	33,8		37,9	17,3			49,5	65,7	57,2	64,5	83,6	62,8	62,5	62,7	56	72	61,4	105,9	84,4	94	48,4	43,2	32,3	52,3	54,3	61,5	55,1	59,8	45,2
151	33,2		38,9	17,3		45,7	49,8	65,9	57,2	64,2	83,6	67,4	62,5	62,5	55,9	72,1	61,4	105,8	84,3	93,9	48,4	43,2	32,7	52,3	54,1	61,3	54,8	58,1	48,6
152	36,9		38,2	17,3		45,4	46,9	64,9	57,1	64,1	83,5		62,4	63,6	56,4	72,7	61,5	105,6	84,2	93,8	48,3	43,2	32,7	52,4	53,9	61,4	54,9	59,4	49
153	37,2		39	17,3		45,3	48,4	66	56,9	63,7	83,3	66,3	62,3	63,3	55,9	71,6	61,3	105,8	85,6	92,7	48,4	43,1	32,7	52,3	53,9	61,6	54,9	59,4	44,3
154	33,3		37,9	17,2		45,2	46,4	65,1	56,8	65,3	83,2	68,3	62,2	63,4	57,2	72,5	61,4	105,5	84,4	93,7	48,3	43	32,6	52,3	53,9	61,6	54,9	57,9	43,6
155	36,9		38,9	17,3		45,9	49,6	65,7	56,8	64,5	83,1	67	62,2		56,4	72	61,3	105,7	84,2	95,2	48,1	42,9	32,6	52,4	54	61,7	54,9	57,9	43
156	33,2		38,1	17,1		45,3	49,9	65,5	56,7	64,3	83,4	60,7	62	66,4	55,8	72,6	61,4	105,9	85,2	93,7	48	43	32,4	52,3	54	61,7	54,8	57,8	46,4
157	33,1		37,8	17		45,4	49,2	65,6	56,5	65,2	83,1	67,8	62	59,1	55,5	72,4	61,7	105,4	84,3	95,1	47,8	43	31,8	52,2	53,8	61,6	54,8	57,8	
158	33		37,4	17	24,3	45,3	48,8	64,8	56,4	64,5	83	59,5	61,9	57,9	55,6	72,1	61,7	105,6	85,3	93,7	47,8	42,6	31,6	52,2	54	61,6		56,8	42,6
159	33,1		38,7	17	24,2	45,4	50,1	64,5	56,2	64,8	83	59	61,9		56,6	72,3	61,6	105,4	84,1	93,6	47,8	42,9	31,2	52,1	54	61,7		56,8	47,3
160	33		40,5	17	24,2	44,9	50,1	64,4	56,2	64,7	83,1	59,2	61,7	52,2	56,3	72,4	61,4	105,3	84	97,6	48,1	42,7	31,3	52,1	53,9	61,8		58,6	45,6
161	32,9		38,1	16,9		45,1	48,5	64,7	56,1	63,7	82,9	64,6	61,3		55,3	72,8	61,7	105,2	84	93,6	48,3	42,7	31,5	51,4	54,1	61,6		58,4	42,2
162	33,1		38,6	16,9	24,1	44,7	49,4	64,5	55,9	63,7	82,9	59,7	61,3	55	55,5	72,1	61,8	106,3	84,1	95,2	48	42	31,5	52,1	54,3	61,7		57,9	46,2
163	33		38,7	16,9		45,1	48,4	63,8	55,7	63,6	82,7	60	61,1	67,4	55,8	72,1	60,6	106,5	83,9	93,5	47,9	41,9	31,6	52	52,6	61,7		57,7	42,5
164	32,9		38,3	16,8		45,2	50	64	55,5	63,2	82,7	66,3	61,2	59,7	55,2	70,8	60,9	104,7	83,8	93,4	47,8	41,8	31,6	51,8	54,2	61,6		57	42,4
165	36,8		38,4	16,8		44,5	49,4	63,6	55,4	63,3	82,7	63	61	64	55,3	72,1	60,6	106,4	84,1	93,6	47,9	41,7	31,6	51,8	53	61,5		57,3	43,5
166	32,8		38,2	16,8		44,8	48,5	63,7	55,4	63	82,6	67,2	60,9	57,3	55,7	70,6	60,2	104,7	83,7	93,3	47,8	41,7	31,5		51,9	61,5		57,4	41,2
167	32,9		39,7	16,8		44,7	48,5	64,2	55,3	62,9	82,4	63,4	60,8	61,3	55,2	70,5	60,7	105	83,9	93,4	46,7	41,7	31,4		54,6	61,5		57,9	41,8
168	32,8		37,9	16,5		44,6	48,8	64,2	54,8	62,1	81,1	66,3	60,7	68,4	55,5	70,4	60,1	106,3	83,7	93,5	46,5	41,5	31,1		53,6	61,6		56,8	44
169	36,6		37,5	16,5		44,5	48,1	63,8	55,1	61,9	81,1	62,8	60,7	64,1	55,4	70,4	60,1	106,2	83,5	93,5	47,5	41,6	31,2		52,5	61,4		57,3	49
170	33		38,4	16,5	15,5	45	48,6	63,8	55	62	84	65,5	60,5	58,9	55,8	70,2	60,3	104,8	83,4	93,6	46,5	41,5	31,1		53,2	61,5		56,9	42
171	32,7		38,7	16,4	15,5	44,6		64	56,2	61,7	84,1	65,6	60,5	65,2	56,5	70,2	60,4	106,2	83,6	96,3	46,8	41,6	31,2		51,9	61,5		57,6	41
172	32,7		36,8	16,4	15,4	44,3	48,6	63,5	56	61,5	83,9	59,9	60,5	66,3	55,9	70	60	106,1	84,4	96	46,6	41,5	30,9		52,7	61,3		57,3	44,4
173	32,7		37,5	16,4	15,3	44	42,5	64	54,6	61,1	84		60,5	65,3	55,5	70	59,8	106,1	84,4	96	46,7	41,5	31,3		52,6	61,3		56,8	
174	37,2		37	16,4	15,3		48,5	63,7	55,9	63	83,9		60,3		56,4	70	59,8	102,6	84,4	96	46,7	41,6	31		52,4	61,3		57,2	40,8
175	37		39	16,2	15,1		48,6	63,7	55,8	62,7	83,7		60,3		56,3	70	60,3	102,7	84,6	96,1	46,7	41,4	31,1		52,7	61,4		57,6	40,7
176	32,2		38,9	16,1	15		47,8	64	55,7	62,7	84,1		60,1		56,2	70,6	60,2	106,1	84,3	96	46,6	41,4	30,6		52,3	61,7		56,6	42,1

Anexo B

Medições de Ângulos de Contacto

177	32,2		38,9	16,1	15			49,4	63,1	55,7	62,3	83,8		60,2		55,6	70,8	59,9	102,7	84,2	96	46,7	40,6	30,6		52,6	61,5		57,8	43,1	
178	34,6		36,6	16,1	14,9				62,9	55,5	61,9	83,7		60,2		56,2	70,6	60,1	105,7	83,5	95,8	46,6	40,7	30,5		52,4	61,4		57,6	41,4	
179	32,1		38,7	16,1	14,8				62,9	55,5	61,8	84		60,1			70,3	60,1	105,9	83,1	95,9	46,3	40,5	30,1		52,4	61,6		56,3	43,4	
180	32,4		37,4	16	15			51,9	62,8	55,4	61,1	83,9		60,1			70,8	60	106,1	83,1	95,7	46,3	40,4	29,9		52,2			56,9		
181	33,4		38,5	16				42,9	63	47	60,8	83,6		60,2			70,4	60,5	105,8	83,2	94,5	46,1	40,5	31,2		52,3			56,3	41	
182	32,4		36,5					43,7	63,1	48,3	60,9	83,7		60,1			70,8	60,5	104,3	82,9	95,9	46,2	40,5	30,5		52,2			56,9	42,4	
183	32,4		38,6					46	63,6	46,9	60,6	82,5		60,1			70,8	60,5	105,8	83,1	95,9	46,2	40,5	29,8		52,3			56,2	45,8	
184			38,8					44,9	63,2	46,9	60,2	83,6		60,1			70,6	60,4	105,1	83,1	95,8		40,5	29,9		52,3			57,9	41,1	
185			37,7					48,2	62,6	46,9	60,4	83,4		60,1			70,2	60,7	104,2	82,8	94,4		40,4	29,9					56,1	43,1	
186			37,9					45,3	62,6	45,2	60,4	82,2		59,8			70,2	60,4	104,1	82,8	94,3		40,4	30,3					56,2	41,4	
187			37,9					54,1	62,9	46,6	60,3	81,9		59,8			70,2	60,4	101,1	82,7	95,5		40,3	30,1					56,2	41,4	
188			38,2					44,8		46,6	60	81,8		59,7			70,3	60,3	102,3	82,8	95,4		40,2	30					56,1	42,5	
189			37,9							46,7	60,3	81,9		59,8			70,2	59,8	100,9	83,7			40,1	30,1					56	43,8	
190			37,7							46,5	60,2	81,8		59,7			70,3	60,4	105,5	82,5			40,1	29,8					56,2	42,7	
191			38,1							46,4	60,2			59,6			70,4	59,7	104,1	83,6			40,2	30					57,2	30,4	
192			35,8							46,7	60,1			59,5			70,2	59,8	105,4	83,5			40,1	29,4					57,1	35	
193			38,8							46,4	60,1			59,5			70,2	60		83,4			40	30					56,1		
194			35,9							46,6	60,2			59,5			70,2	59,7		83,5			40	29,4					57,6		
195			37,4							44,4	60			59,4			69,9	59,6		83,6			40								
196			35,7							46,4	59,9			59,5			70,2	59,6		83,3			40							30,1	
197			37,4							46	59,6			59,6			70	59,6		83,2			40								
198			36,8							45,9	59,5			59,5			69,9	59,6		83,3			40								
199			35,6							45,8	59,4			59,4			69,8	60,5		83			40								
200										45,4	59,4			59,4			69,9	60,4		83,3			39,3								

Anexo C

Medições de Ângulos de Contacto

PINHO SEM TRATAMENTO - Cola 366																														
Tempo (seg)	BORNE												CERNE																	
	184		178		187		188		191		193		186		180		195		196											
	184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3
1	85,2	75,2	85,8	104,8	76,8	81,6			87,2	94,5	103,7	111,5	129,9			121,2	120	136		128	153				127	110	119,8	109	118,1	112,5
2	75,4	70,6	83,3	72	77,8	68,4	109,2	103	82,3	90,6	94,6	101,8	118,6	117,7	131,3	100,8	114,6	126	126,1	122	114	84	91,1	77,6	121	94,9	109,6	96,5	111,1	103
3	71,1	67,9	80,2	62,7	69		108,3	90,4	79,2	84,5	86,9	92,6	110	109,8	120,6	96,6	109,7	122	116	122	112	79,8	80,9	71,1	119	91,6	101,9	88,2	108	96,8
4	68,8	66,9	77	58,4	68,6		103	87,9	76,2	82,7	82,2	89,4	108,2	104,9	114,3	97,3	105	117	112,8	119	110	73,9	74,7	68,3	116	88,3	93,5	84,1	108,8	93,9
5	66	62,3	76	55,7	62,7		100,7	81,2	74,4	80,5	78,2	84,6	104,6	99,3	109	94,8	102,8	117	111,5	116	103	72,8	73	67,2	112	86,5	88,7	82,6	107,2	94
6	65,1	61,8	74,2	52,7	59,3		98	79,7	70,7	77,7	75	82	104	99,7	111,5	95,4	99,9	116	112,9	116	101	73,6	69,8	66,1	110	82,7	85	79,8	104,4	89,9
7	62,4	60,9	73,6	49	60,2	53,1	100,2	77,1	70,5	74,5	74,1	79,8	105,1	97,2	106,5	95,8	97,8	112	112,3	113	96,4	71,8	66,5	64	107	82,2	82	79,1	101,1	90,8
8	61,3	61	72	39,8	56,8	50,8	97,5	76,8	68,6	73,9	69,9	77	106	98	105,3	95	98,7	111	112,4	114	97	69	64,7	61,9	103	81,4	80,1	77,7	100,9	91,3
9	59,8	60,2	70,1	45,3	54,8	47,5	97,1	71,5	65,4	70,7	68,4	74	103,9	94,1	103,3	93,5	96,9	109	112,3	116	92,9	67,5	62,6	60,8	103	80,8	79,4	78,2	101,6	89,4
10	57,4	59,2	68,3	41,9	53,1	45	98,3	69,5	62,5	70,8	66,8	73	99	96	103,4	92,5	97,3	106	112,2	113	94,5	64,9	60,8	59,2	100	79,7	77,8	76,9	99,9	85,7
11	55,7	58,2	66,7	41,5		44	97	67,9	60,7	68,4	66,1	70,1	98,5	94,9	101,1	92,5	96,6	108	112,1	112	94,9	63,8	60	58,9	96,4	80,4	76,9	76,3	96,8	85,5
12	54,4	56,5	64,9	40,4	51,1	43,4	95,4	67,1	60,7	67,8	65,6	70	97,6	92,3	96,9	91,7	94,9	107	109,3	112	94,2	62,6	58,3	58,1	95	78,4	76,6	75,4	95,4	83,4
13	52,7	56	65,1	37,8	50	42,2	95,2	66,4	59,7	67,1	64,8	69,4	93,5	89,8	95,4	90,7	95,7	105	110,2	114	93,7	61,6	55,9	57,2	92,4	78,9	76,8	76,9	94,8	82,3
14	51,5	54,3	63,6	36,1	44,7	33,5	93,8	64,9	59,4	65,8	64,1	65,6	95,3	88,8	96,9	89,9	96	104	111,3	113	92	60,4	55,5	54,9	90,9	77,8	75,6	76,9	94,3	79,7
15	51,1	52,4	62,8	35,2	44,5		93,1	65,2	58,1	65,1	62,5	66,1	92,7	88,8	92,5	87,4	95,1	104	111,6	114	92,2	60,3	53,5	54,6	89,1	78	74,3	75,9	93,9	78,9
16	50,1	52,8	62,5	34,1	46,9		93,8	63,6	58,2	64,5	62,2	64,8	93,4	89,6	91,1	86,2	93,9	106	112,6	110	91,8	60,1	52,5	53,8	84,3	78,3	74,8	76,3	92,4	78,3
17	48,9	53	61,1	32,8	46	44,3	93,6	63,9	56,9	63,9	59,8	64	90,2	88,5	91,2	85,8	94,3	104	109,4	111	89,5	59,5	52,8	53,3	85,2	75,8	73,3	75,6	92,7	76,8
18	48,9	52,8	60,8	32,1	82	38,9	94,4	63,4	56,2	63,4	58,2	63,6	90,5	89,1	92,1	86,6	92,5	101	110,4	111	89,5	59,4	49,8	53,2	83,1	75,9	73,8	75,6	91,9	77,1
19	48,3	52,3	60,4	32	43,9	38,3	93	61,9	55,9	63,4	57,9	61,4	92,4	87,2	90,3	86,1	93,2	102	109,5	113	88,7	57,5	50	53,8	82	75,7	72,7	75,2	89,9	75,9
20	46,7	51,4	59,9	31,4	43	47,2	92,9	61,7	54,7	62,6	55,7	60,8	89,9	86	88,2	83,9	93	101	107,3	113	87,3	57,8	49,3	52,8	81,7	76,6	72,7	75,2	91,5	75,8
21	43,6	51,2	59,4	30,4	41,8	36,5	92,6	60,4	53,8	60,7	55,6	59,5	89,7	84,3	88,9	84,6	91,5	102	108,8	111	87,5	57,6	49,7	52,5	80,4	76,3	71,3	75,2	88,4	76,4
22	45,9	51	58,9		41,5	35,4	92,2	60,1	53,9	60	54,9	56,4	90,4	84,8	87,2	83,8	92,2	98,3	109,6	111	87,2	57,3	48,1	51,9	79,5	73,7	71,5	74,5	89,2	75,9
23	45,1	50,8	59		38,3	36,7	90,3	59,1	52,6	59,6	51,6	56	89,9	86,7	87,5	82,4	92,9	98,5	110,1	112	87,5	56,4	47,3	50,9	79	73,9	70,5	73,4	88,8	75,6
24	45,3	51,1	58,4		43,1	34,3	90,1	57,5	52,4	59,3	50,8	55	87,7	86	85	81,4	91,8	99,6	110	110	87,2	56,4	46,2	50,1	79,1	73,8	70,8	73,6	87,9	75,8
25	41,1	50,7	58,1		36,6	34,7	90,9	56,4	49,5	59,1	49,4	56,9	89,4	84,4	85,8	81,3	91,1	99	110,1	112	87,8	55,9	44,5	48,9	78,3	73,9	69,4	74,2	86,6	72,8
26	43,6	50,6	57,6		37,8	34,4	90,5	54,3	49,3	58,6	42,1	58,9	89	83,9	85,7	79,5	88,9	96,1	110,1	110	85,5	55,8	44,3	47,9	77,2	72,3	69,4	74,5	87,3	72
27	43	49,3	57,6		37,2	33,7	90,2	49,7	48,5	57,4	48,6	57,8	89,7	83,3	84,6	79,9	89,4	97,1	108,9	113	85,5	54,4	44,7	46,4	76,2	72,5	69,7	72,2	86,2	70,9
28	43	50	57,3		37,5	32,9	90,2	48,2	47,8	56,8	48,3	53,5	89,2	81,8	83	78,2	89,2	96,2	108,4	111	84	54,1	42,9	46,4	75,5	72,9	69,7	72,6	86,6	71
29	43,1	48,4	57,1		37	32,8	89,9	47,9	47,8	56,7	47,5	51,2	87,7	83,4	82,4	78,7	87,9	95,8	109,5	112	84,9	54	41,9	46,2	75,2	73	68,8	73,2	84,4	70,9
30	42,4	47,6	56,2	41,2	36,5	31,9	89,8	46,7	49,3	56,4	45,9	51,4	89,5	82,8	83,6	77,1	88,9	94	108	110	84,6	54	40,9	45,6	74,8	71,2	69,5	71,9	84,6	69,9
31	41,2	45,6	56,1		36,3	31,6	89,3	46,6	46,5	55,8	45,1		88,2	82,3	83,3	77,8	88,6	92,7	109,7	111	84,5	53,6	40,5	45,3	73,5	71,1	69,8	71,9	83,9	67,3
32	41,5	44,6	55,9	36,6	36,1	31,1	88,1	45,7	47,5	55,8	44,6		88	80,8	82,6	78	87,9	94	109,5	112	84,4	53,6	39,8	44,7	73	71,2	69,5	71,8	83,6	67,5

Anexo C

Medições de Ângulos de Contacto

33	40,7	42,9	55,7		35,8	30,8	87,9	45,5	46,5	55,4	44,1	47,1	87,6	80,5	82,3	76,7	87,2	93,2	109,2	107	83,7	53,2	39	43,9	71,7	71,1	67,8	72,1	83,8	67,1
34	40,2	42,8	55,4		34,9		88,7	44,3	45,3	54,8	43,6	49,4	86,2	80,3	82,2	76,5	87,7	92	107	107	83,5	51,4	38,4	43,1	72,2	71,4	67,7	72,4	83,3	68,1
35	39,9	42,4	55,1		34,4		89,5	44,2	44,7	54	43,8	48,9	87,3	78,8	81,9	76,5	87,4	90,8	106,9	108	84,1	51,5	37,5	42,1	70,8	71,1	67,8	72,4	83,5	67,5
36	39,1	42,1	54,9		34,5		88,1	44,5	41,7	53,8		45,9	87,1	77,1	81,6	76,6	87,8	92,3	107,8	110	83,6	51,9	37,1	41,7	69,8	70,8	68,5	71,3	83	67,3
37	36,6	41,8	54,9		34,2		86,8	42,6	42,4	53,4	41	46,3	88,8	78,3	79,2	76,8	86,8	89	106,9	109	81,8	52,1	36,4	41,6	70,3	70,9	68,9	71,4	83,2	68,5
38	38,3	41,2	54,8				86,3	41,9	41,7	53,3	40,8	45,6	86,8	77,9	81,1	77	85,5	90,4	107,1	109	81,8	51,2	35,9	40,4	69,3	69,4	66,9	71,3	82,5	68,3
39	37,6	40,3	54,7				86,1	43,4		52,9	40,2	45	84,8	77,8	80,5	76,7	86,6	87,8	109,1	107	82,4	51	35	40	69,8	69,4	67,1	69,3	83,5	68,1
40	37,7	40,5	53,6		31,5	30,3	85,8	64,8		52,2	40,5	44,3	85,9	76,9	80	75,3	86	87,1	107,3	107	82,1	51,8	34,6	40	68,2	69,4	67,1	71,3	82,1	68
41	37	39,1	53,4		32	29,6	86,6	39,9		50,8	40	44,5	85,6	76,3	79,5	75,2	86,5	88,7	107,5	107	80,2	51,2	33,8	39,3	68,7	69,4	67	67,9	82,9	68,3
42		38,6	53,5			29,1	86,6	40,4		50,6	39,9	44,7	85,6	76,1	78,8	75,2	86,2	85,9	108,3	107	82,7	51,1	33,5	38,1	69,1	69,9	66,8	68,2	80,8	67,6
43	37,2	37,7	53,5		29,4		86,5	39,6	34,8	49,9	39,4	43,6	85,3	76	77,6	75,4	85,8	85,4	106,8	107	82,3	47,6	33,1	37,4	67,4	69,5	67,2	70,1	80,1	67,2
44	37	38,1	53,4		30,6		84,2	40,6	40,3	50,1	39,1	43	83,1	75,8	77,2	75,9	86	85,6	107,4	106	80,6	49,6	32,3	37,6	67,6	68,4	67,4	68,4	81,1	66,9
45	37,2	37,5	52,9				86,5	38,8	37,2	49,4	38,8	43,3	83,6	75,5	76,2	74,1	86,5	86,8	108	106	81,2	49,3	31,7	36,4	67,4	68,6	67,1	70,2	79,5	67,2
46	37	37,9	52,8		29,7		83,9	39,1	37,9	49	38,2	42,6	83,5	74,5	76,4	73,9	84,3	86,3	106,9	107	80,8	49	31,2	35,1	66,6	68,1	67,4	67,6	79,4	66,4
47	37	37,7	52,8		30,2		84,7	40,2	37,6	48,4	38	43,5	83,6	74,4	76,1	74,2	84,6	84,7	106,5	107	80,7	48,7	30,6	36	66,7	68,5	66,4	68	79,5	67,5
48	37,3	38,5	52,8		29,6		85,7	39,2	37,6	49	37,6	41,4	83,8	75,6	76	73,1	84	84,4	107,9	106	79,9	48,6	30	34,9	66,8	68,4	65,7	69	79	67,6
49	37	36,6	51,9				86,6	39,9	37,6	45,8	37,2		83,5	75,5	74,5	73,3	85,6	84,1	107	107	80,3	44,7	28	34,5	65,9	68,3	65,8	66	80,7	67
50	36,6	38,5	52,1				86,5	39,3	37,1	47,6	37		83,4	75	73,8	72,3	84	84,4	106,5	107	80,2	47,7		33,5	66,3	67,1	66,2	68,4	81,1	67,7
51	36,5	36,5	51,7				86,3	36,4	36,5	46,5	37,2	38,5	82,4	73,9	73,4	72,2	84,1	84,4	106	107	80,3	44,6	28,5	32,3	66,3	67,2	66,1	66,7	80,5	67,4
52	36,5	36,3	51,7				85,4	36,7	36,8	43,3	37	36,2	81,9	73,6	73,1	72,1	84	84,3	106,2	107	80,2	47,8	27,2	32,2	65,6	65,9	66,3	67,2	80,2	64,6
53	36,3	36,1	51,6		23,8		85,6	36,3	36,5	41,2	36,9	39,4	82	72,6	74,9	69,8	84,7	83,9	107,5	107	80,4	43,1	27,2	30,8	66,3	65,4	66,5	66,1	78,6	67
54	35,9	35,3	51,1		23,6		83,3	36,7	36,3	47,3	36,5	38,2	81,7	72,4	74,5	70,5	83,8	82,8	107,5	105	80,6	43,8	26,8	31,4	65	65,5	65,8	65,7	78,5	66,6
55	35,9	35,2	50,4		23,1		82,9	34,9	36,2	46,1	36,3	37,8	81,7	72,2	74,4	70,3	83,8	82,7	106,9	106	80,9	42,8	26,4	30	65,2	65,4	66,4	65,6	80,2	66,1
56	35,9	34,8	50,1		23,6		82,9	34,7	36	43,1	36,1	38,5	81,3	72,3	73,9	70,6	83,1	82,6	105,9	105	78,9	44,1	32,5	30	65,2	65,7	64,4	66	79,9	66,3
57	35,7	34,1	49,8		27,1		82,7		36,1		35,9	38,6	80,4	72,2	73,8	68,5	82,4	82,5	107,2	106	79	46,4	25,3	28,9	65,5	65,6	64	65,8	79,8	65,7
58	35,5	35,6	49,3		28,4		83,4	33,1	35,5	44,1	35,5	37,7	82,7	71,9	72,8	68,9	81,7	82,5	106,9	106	78,9	44,5	24,9	29,5	64,7	65,5	63,6	66	79,3	65,4
59	35,1	33,9	49,6		28,2		83,5	33,4	35,3	43,3	35,4	37,6	81,9	71,7	72,5	69,2	82,2	82,2	107,1	106	78,6	44,9	24	29,3	65,2	65,4	63,9	65,2	79,3	65
60	35,1	33,5	49,7		29,6		83,6	37,3	35,2	43,5	35,2	37,1	81,5	71,3	72,3	68,2	82,4	82,8	106,8	106	79	41,8	23,8	29	65,7	65,2	63,5	64,9	78,4	65,1
61	35,4	33,1	49,1		31,6		84,1	32,6	35,2	43,3	34,8	37,9	81,1	71	71,9	67,8	82	82,8	106,6	106	79	41,4	22,9	28,8	64	65	63,8	65	78,1	64,5
62	35	32,5	49,1		27,3		83,2		34,9		34,3	37,8	81,2	70,7	70,8	66,6	82,6	82,5	105,5	104	79	41,2	23,1	28,3	64,7	63,3	63,4	64,5	77,6	64,6
63	34,8	32,9	48,6				83,9	29,4	34,2	41,2		36,8	81,1	70,6	72,5	67,4	81,7	82,5	105,7	105	78,9	40,6	21,9	28	64,2	64,4	63,6	65,9	77,6	64,4
64	34,8	32,7	48,6				81,6	30,2	34,2	42,3	33,6	36,5	81,1	70,5	71,9	67,5	81,7	82,2	105,7	105	77,3	40,7	21,5	27,7	64,3	63,4	63,7	64,5	77,3	64,8
65	34,6	32,8			31,4		81,5	30	33,3		33,6	36,4	80,8	70,3	71,3	67,5	81,6	80,8	106,8	104	77,2	40,7	21,2	26,6	64,8	63,9	63,7	64,5	77,1	64
66	34,8	32,6	48,5				81,4	29,2	33,3	38,6	33,6	35,9	81,9	69,9	71,7	67,4	81,4	81,3	106,4	104	78,2	40,2	20,8	27,2	64,4	63,2	63,7	64,4	77,4	64,8
67	34,9	31,9	47,8		27,7		81,4	28,8	33,1	34,8	33,3	35,9	81,9	69,8	71,4	67,6	81,7	80,7	106,5	104	78	40,1	20,6	27	65,1	63	63,6	65,5	77,3	64,5
68	34,6	30,9	48,9				82	29	33,1	37	32,8	35,1	81,6	69,5	71	66,1	81,6	81,2	107,6	104	77,9	40,1	20,1	26,5	65	64,2	63,7	65,2	76,5	64,2

Anexo C

Medições de Ângulos de Contacto

69	34,6					81,7	28	33	37,3	33,4	35,5	81,5	69,4	71,1	66,6	80,1	82	106,3	104	76	44,8	19,8	26,4	63	63,5	63,6	65,2	76,7	63,5
70	34,4	31,4			26,4	81,5		32		32,9	34,7	81,4	71,3	69,1	66,1	81,2	81,2	107,5	104	75,9	38,8	19,5	26,2	63,9	62,8	63,7	64,9	76,7	63,4
71	34,4	31,4				79,3	28,5	31,8	37,1	33,1	34,7	81,3	70,1	68,2	66,1	80,8	81,9	107,5	105	75,6	38,9	19,5	25,9	63,4	62,4	63,8	64,7	76,5	65,2
72	34,3	31				81,1	26,9	31,9	37,6	31,3	34,2	81,2	69,7	68,6	66,1	80,1	81,3	105	105	75,9	38,2	18,7	25,4	63,2	62,8	63,3	64,5	76,5	66
73	34,4	30,7	46,6			78,8	28	31,3	38,1	31,8	34,2	80,9	69,3	68,4	65,7	81	78,6	107,3	105	75,8	37,3	18,4	25,2	63,5	62,6	63,3	64,5	76,2	65,1
74	34,1	30,5	51,1			80	26,7	31,2		32,4	31,8	80,8	69,1	68,3	65,9	81,2	80,7	105,4	105	75,8		17,9	25,1	63,2	62,5	63,4	64,3	76,6	64,9
75	33,8	30,4				80,3	26,2	31		31,3	32,2	80,9	69	68,6	66,1	80,9	80,6	105,1	105	75,6	38,2	17,8	24,7	63,1	62,2	61,8	64,3	76,3	64,4
76	33,4	29,9				80,3	26,8	30,9	41,7	30,6	32	80,6	68,8	68,4	65,8	81	80,4	107,3	105	75,7	37,6	17,3	24,4	63,3	62,2	62,1	64,3	76,3	65,6
77	33,3	29,9	43,5			80,3	25,9	30,4	37,2	32,8	31,7	80,5	68,8	68,5	66	80	80,8	105,1	105	74,7	39,1	17,1	24	63,3	62,5	61,9	64,1	76,7	64,3
78	33,3	29,3	45,7			80,8	25,8	30,7	38,6	31	31,4	80,3	68,7	67,8	65,9	80,1	80,2	105	105	74,6	36,9	16,8	23,7	63,4	62,2	61,9	64,2	76,6	65
79	33,2	30,3	45,2			78,5	25,6	30,4	36	33,4	31,2	80,1	68,5	67,4	66	80	80,3	105,4	103	74,3	39,4	16,4	23,4	63,4	62,3	62	64	76,5	64,4
80	33,2	30,7	42,8			78,8	25,4	30	36,7	30,1	30,9	80	68,6	67,3	65,6	79,5	78,5	105,5	105	74,1	37,3	16,1	23,2	62	62,4	62	64,2	76,6	63,9
81	33,1	30	46,6			78,9	24,8	29,5	36,4	30,4	30,8	79,7	68,4	67,4	65,6	79,6	78,9	106,2	102	74	35,8	16	22,8	62,7	63	61,9	64,1	76,9	64,4
82	33,1	29,6				79,1	27,3	29,5	34,9	29,8	30,7	78,9	68,2	67,3	64,4	79,6	78,3	105,1	103	74,3	36,7	15,4	23,1	62,2	63	62,2	64,2	76,4	64,7
83	32,7	29,5	44,9			77,2	25	29,5	34,8	30,4	30,5	78,8	68	67	64,9	79,9	78,2	106	102	73,8	35,8	15,1	22,3	62,8	62,7	61,9	64,3	76,5	63
84	32,7	29,4	41,9			77,2	24,3	29,3	35,5	30,1	30,2	78,5	67,2	66,8	65,5	79,7	80,7	105,7	102	73,8	38,2	14,9	21,9	63,1	62,3	62,1	63,7	76,1	64
85	32,6	29,1	39,9			77,8	23,8	28,8	36,1	31,1	30,2	78,3	67,6	66,8	65,3	79,6	78,3	105,8	103	73,7	37	14,6	22,4	63	62,3	62,2	63,7	76,6	63,8
86	32,5	29	49,5			78,3	23,6	28,8	34,3	29,3	30	78,2	66,7	64,6	65,6	79,6	77,9	105,6	103	73,6	34,9	14,1	21,5	63,1	62,4	62,1	63,5	76	63,9
87	32,4	28,9	43,3			78,6	23,4	28,8	35,1	29,2	29,7	78,1	67,2	65	63,9	79,7	78,2	105,6	103	74,4	37,6	14,1	22,6	62,7	62,1	62,1	63,7	76,4	63,3
88	32,1	28,8	44,2			78,5	23,9	28,5	35,8	28,9	29,5	77,9	66,4	64,8	64,2	77,9	78,5	105,5	102	74,3	34,6	13,7	22,4	62,4	62,2	62,1	64,1	76,1	63,1
89	32,1	28,6	44,4			76,4	23,3	28,6	35	28,5	29,5	77,8	66,5	64,6	64,2	77,7	77,7	103,9	102	74	35,4	13,4	21,2	62,2	62,4	61,9	64,2	75,9	63,2
90	31,9	28,4	44,3			76,2	23	28,2	35,7	29,6	29	77,4	65,9	64,4	63,7	78,2	77,7	104	103	74,1	36,3	13,1		62,5	62,2	61,9	64,2	75,6	63,4
91	32,1	28,1	44,4			76,4	22,7	28,1	35,4	28,2		77,3	65,6	64,1	64	78,2	78,2	104,3	102	74,2	35,7	12,7		62,9	62,1	62,3	64,1	76,2	63,5
92	32	27,6	44,3			76,3	22,4	28,1	35,4	28,3		77	65,6	64	64	78,3	77,3	103,8	103	74,4	36,6	12,5		62,6	62,5	62,2	64	76,1	63,1
93	31,8	27,5	44,1			76,9	22,1	27,7	35,4	28,2		76,6	65,6	64,2	64,5	78,2	78	103,7	104	74,6	33,3	12,3		61,8	62	62,2	63,7	76	63,2
94	31,5	27,3	43,9			76,7	21,8	27,1	34,8	28,4		76,5	65,4	64	64,5	78,1	77,6	105,3	103	74,5	33,3	12,1		61,7	60,7	62,1		75,7	62,9
95	31,8	27,3	43,7			76,6	21,6	27	34,7	27,2		76,1	65,3	64,1	64,3	78,2	77,5	104,6	101	74,7	33,2	11,8		61,9	60,6	62,3	63,7	75,8	63,3
96	31,5	27,1	42,9			77	21,3	27,1	34,4	27,9		75,7	65	64,3	64,7	78	76,8	104,7		74,5	32,4	11,4		61,8	61,5	62,1	63,5	75,6	63,3
97	31,3	27,1	42,9			76,9	21	26,6	34,3	28		75,6	64,9	64,2	64,2	78,6	77	103,4		74,8	32,5	11,3		61,6	61	62,1	63,6	75,8	63,2
98	31,4	26,9	43			77,3	20,9	26,6	34,1	27,8		75,6	64,9	63,9	64,6	78,3	76,9	103,3		74,7	32,4	10,8		61,7	61	62,1	63,7	75,5	63,3
99	31,3	26,8	42,9			77,2	21	26,5	33,7	27,3		77,7	64,7	63,5	62,7	76,8	76,2	102		74,7	32,4	10,6	19	61,4	60,5	61,7	63,6	75,6	63,2
100	31,3	27,1	42,9			75,1	20,6	26,6	33,4	27,1		75,5	64,8	63,5	62,7	76,8	79,2	101,8		74,7	32,7	10,2		61,3	61	61,5		75,6	62,8
101	31,2	26,8	43,5			75	20,6	26,1	33,5	27,2		77,4	64,4	63,7	63,6	76,6	78,4	101,8		73,1	31,9	10	18,6	61,4	61,4	61,9		76	62,6
102	31,4	26,8	42,8			74,8	20,2	25,9	33	26,9		77,3	64,2	63	63,3	77	78,9	102,4		73	31,8	9,7	18,7	61,4	61	62,2	63,5	76,1	63
103	31,1	26,6	42,8			75,1	20,2	25,7	32,9	26,4		77,2	63,9	63	63,6	77,3	79,1	101,9		72,5	31,8	9,5	18	61,5	61,3	61,9		75,9	62,3
104	31,2	26,8	42,6			75,5	25,5	25,3	32,4	26,3		77,2	64	62,4	64,1	77,4	78,6	101,9		72,7	33,3	9,3	17,8	61,5	61,7	61,7	63,9	75,1	62,5

Anexo C

Medições de Ângulos de Contacto

105	31	26,5	42,5					75,3	19,4	25,2	32,5	26,1		77,6	63,8	62,3	62,2	77,3	78,8	102,3		72,8	33,1	9,3	17,7	61,5	60,8	61,5		75,9	62,2
106	31	26,9	42,8					75,3	19,6	25,1	32,3	26,1		77,3	64	62	62,7	77,1	77,6	101,8		73,4	32,7	9	17,9	61,8	60,7	61,7		75,9	62,2
107	30,9	26,8	42,2					75,2	18,9	25,2	32,2	25,6		77,3	63,8	62,6	62,9	77,3	78	101,7		73,4	28,9	8,9	17,7	61,5	60,8	61,7		75,9	62,4
108	31	26,5	42,2					75,3	18,7	24,8	31,7	25,4		76,9	63,6	62,4	62,4	77,4	77,5	101,5		73,6	29,2	8,7	17,6	61,5	60,4	61,9		75,8	62,2
109	31,2	26,3	42,5					75,2	23,8	24,5	31,3	25,2		76,8	63,4	62,4	62,5	77	77,5	102,5		73,7	28,7	8,5	16,8	61,5	60,6	61,7		75,8	62,1
110	30,8	26,1	42,1					75,2	23,1	24,5	31,4	25,4		76,1	62	62,5	62,2	77	77,6	102,4		73,7	28,1	8,3	17,3	61,9	60,3	61,6	64,2	75,8	62,2
111	30,9	26,2	42,1					75,7	23,1	24,4	31,3	25,3		76	62	62,1	62,8	75,8	76,6	102,4		73,6	28,7	8,2	16,5	61,6	60,1	61,5		75,2	61,5
112	30,8	26,5	42,3					75,5	22,7	24,1	31,5	25,4		75,7	61,4	61,7	63,1	76,7	76,6	102,4		73,5	28,8	8	16,2	62	60,3	61,5	63,7	75,2	61,5
113	30,8	26,4	42,1					75,1	18,8	23,6	31,1	25		75,8	61,7	61,6	62,6	76,2	76,5	101,4		73,4	29,4	8	16,1	61,8	60,2	61,7		75,3	61,3
114	30,9	26	42,1					75	18,3	23,6	30,9	24,9		75,6	61,5	61,3	62,7	76,3	76,5	102,3		72,1	29,1	7,9	16,5	62,1	60,1	61,9		74,9	61,1
115	30,5	25,9	41,9					75,4	18,1	23,2	31,1	25		74,9	61,6	61	62,3	76,5	75,9	102,4		71,8	28,7	7,8	15,9	60,9	60,7	62,3		75,4	61
116	30,5	25,9	41,8					74,8	17,9	22,7	30,7	24,5		75,1	61,2	60,5	62,4	76,8	75,3	102,2		71,8	28,1	7,6	16,2	62	60,1	61,7		75,5	61,1
117	30,3	26	41,8					75,3	17,5	22,4	30,3	24,3		74,9	61,4	59,9	61,2	76,5	75,4	102		71,7	30,2	8,2	16,1	60,9	60,6	61,9		75,1	61,1
118	29,9	25,8	41,8					74,7	22	22,3	30	24,1		74,8	61,4	61,4	60,7	76,4	75,9	102,1		71,7	29		15,7	60,3	61,2	61,9		75,4	61,2
119	29,4	25,8	40,8					75,3	16,7	22,1	29,5	23,7		74,7	61	61,3	60,4	76,5	76	101,8		71,3	27,5		15,7	60,9	59,3	61,8		74,9	61,1
120	29,3	25,3	41,1					75,5	16,3	21,9	29,6	23,6		73,6	61	60,5	60,6	76,8	75,6	102,3		71,5	27,4		15,5	61	60,7	60,2		74,8	60,9
121	29,1	25,4	40,8					75,6	16,1	21,8	30,3	23,5		73,4	60,9	60,7	60,2	76,5	75,6	102		71,2	27,4		15,4	60,5	60,8	61,6	62,9	74,4	60,8
122	29,2	25,3	40,9					74,7	16,1	21,7	30,1	23,4		73,4	60,8	60,1	61,2	76,5	75,6	101,9		71,1	27,8		15,2	60,4	61	60,2	63,5	74,3	61,5
123	28,7	25,2	40,9					75,4	16	21,7	29,8	23,2		73,4	60,8	60,4	60,6	76,8	75,8	101,9		71,5	29		15,1	60,8	60,4	61,5	63,5	74,2	60,9
124	28,7	24,9	40,9					72,9	15,2	21,7	29,3	23,1		73,4	60,8	59,8	61	75	75,8	101,9		71,4	27,7		15	60,7	60,7	60,5	63,6	74,2	60,9
125	28,8	24,8	40,7					73	15	21,5	29,3	23		73,4	60,7	59,7	60,5	74,8	75,2	101,7		70,8	28,3			61,2	57,4	61,6		73,7	61
126	28,5	25	40,3					73,2	14,8	21,2	29,2	22,8		73,4	62,1	59,6	61,1	75	74,5	102,9		70,7	27,7			61,6	55,3	60,3	63,5	73,4	60,9
127	28,3	24,9	40,6					73,1	14,7	21	28,9	22,7		73,4	60,7	59,4	61,1	74,7	75,5	101,7		71	27,2			61,4	59,9		63,6	73,2	61,6
128	28,4	24,8	40,6					73,2	14,2	20,9	28,8	23,5		73,4	60,4	59,1	61,1	74,8	74,4	102,8		71	30,6			61,5	56		63,4	72,9	60,7
129	28,3	24,7	40,4					73	13,9	20,9	28,5	22,3		73,4	62,1	59,2	61,2	75,1	75,3	102,7		70,8	28,1			61,5	54,7			74,7	61
130	28,1	24,7	40,1					73	13,7	20,8	28,2	22,7		73,4	61,9	58,9	61,1	75,2	74,4	102,9		70,8	27,2			61,2	56,9			73	60,9
131	28,3	24,6	40,2					73,1		20,6	28,3	22,2		73,4	60,3	58,9	59,2	75,2	74,3	102,6		70,8	26,8			60,5	57,1			74,8	60,8
132	28,3	24,6	39,6					73,6		20,5	28	21,9		73,4	61,9	58,5	59,8	75,4	76,5	102,6		71,1	26,6			59,7	55,9			74,6	60,7
133	27,8	24,5	39,7					73,3		20	28	22,5		73,4	60	59	60,1	75,1	76	102,5		71,3	26,8			59,7	57,2			74,5	60,8
134	28	24,5	40,1					73,4		20	28	21,5		73,4	60,2	58,2	59,7	74,8	74,8	101,3		71,2	28,4			60,1	56,3			74,3	60,6
135	27,7	24	39,6					73,1		19,9	27,6	21,5		73,4	60,2	58,9	59,4	74,9	75,9	102,2		70,8	27			59,9				74,5	60,8
136	27,7	24	39,5					73		19,7	27,5	21,4		73,4	60	58,2	59,8	74,9	75,6	102,3		71,1	26,9			60				74,2	60,6
137	27,5	24	39,4					72,9		19,6	27,4	21,4		73,4	60,3	58,1	59,7	75	74,9	102,2		69,8	25,8			60,1				74,7	60,7
138	27,6	23,9	39,6					73,6	14,1	19,5	27,3	21,1		73,4	60,1	58,6	59,8	75	74,9	100,9		69,5	25,8			60,2				74,1	60,8
139	27,1	23,6	39,2					71,6	12,3	19,4	27,3	20,8		73,4	60,1	58,2	60,1	74,9	74,4	102,2		69,7	26,7			61,1				73,5	60,9
140	27,1	23,6	38,8					71,2		18,9	27,2	20,6		73,4	60	57,8	59,4	73,4	74,2	102,2		69,6	27,1			60,4				74	61,1

Anexo C

Medições de Ângulos de Contacto

141	27,4	23,5	38,8				71,2		18,8	27,1	20,5		73,4	59,8	57,8	59,4	74,9	74,5	101,9		68,9	27,1					74	60,6
142	27	23,6	39,5				71,5		18,5	27	20,4		73,4	60	58	59,7	73,1	74,7	102,1		69,2	26,6					73,9	60,7
143	27,1	23,5	38,8				71,5	13,6	18,7	26,9			73,4	59,6	57,6	59,4	73,6	74,6	102,7		68,9	26,8					73,5	60,9
144	27,1	23,4	39,6				71,2	13,3	18,2	26,6	20		73,4	59,1	57,3	59,3	73,5	74,5	101,2		69	26,7					73,7	60,1
145	27	23,5	39,1				71,1	13,3	18,2	26,5	19,9		73,4	59,3	57,1	59,4	73,6	73,7	100,9		69,1	26,7					73,7	60,3
146	26,9	23,5	38,9				71,3	13	17,9	26,2			73,4	58,8	57,1	59,2	73,8	75,6	101		69	26					73,1	60,4
147	27,5	23,4	39,7				71,3		17,9	26,1	19,8		73,4	58,9	57	59,2	74,1	73,7	100,7		69,2	26,3				61	72,5	60,4
148	27,2	23,4	38,5				71,3		17,6	26,2			73,4	58,9	57,4	59,3	73,8	75,1	101,3		69,2	26,1				61,3	72,7	60,8
149	27,4	23,3	38,5				71,4		17,5	26,6			73,4	58,4	57,2	59,1	73,9	75,1	101,2		69,4	26					72,4	
150	27,6	23,3	38,6				71,4		17,4	26,5			73,4	58,9	57	58,8	72,5	75	100,9		69,2	26					72,4	
151	26,7	23,3	38,5				71,3		17,4	26,3			73,4	58,2	56,9	56,1	72,9	75,7	101,1		69,3	26,8					72	
152	27,2	23,2	38,3				71,5		17,2	26	19,2		73,4	58,8	56,3	56	72,9	74,7	100,8		69	25,6					71,9	
153	27	23,2	38,5				71		16,9	25,8			73,4	59,9	56,3	56,6	72,9	75,5	100,8		69,5	24,8					72,2	
154	26,5	23,2	39				71,2		16,9	25,7			73,4	59,7	56,4	55,6	72,9	74,1	100,8		69,5	25,3					71,9	
155	27	23,2	38,3				71,1		16,8	25,8			73,4	59,5	56,1	55,2	72,7	75,4	100,7		69,7	24,9					71,8	
156	26,9	23,1	38,5				71		16,5	25,6			73,4	59,2	56	57,7	72,8	74,6	99,6		69,5	24,6					71,7	
157	26,9	23,1	37,9				71,2		16,3	25,5			73,4	59,7	56	57,9	72,8	74,6	100,7		69,5	25					71,4	
158	27,1	23	38,3				71,1		16,2	25,2			73,4	59,1	56,3	55,1	72,8	74,7	100,9		69,7	24,7					71,7	
159	26,6	23	37,7				71,2		16,3	25,1			73,4	58,9	56,2	56,5	72,9	74,5	99,9		69,1	24,4					71,2	
160	27,2	23,1	37,5				71,1		16,2	24,6			73,4	58,7	55,8	55,6	72,8	74,1	100,9		69,3	23,9					71	
161	26,8	22,9	37,5				71,2		15,7	24,6			73,4	58,6	56,2	56,3	72,7	74,3	99,8		69,2	23,9					71	
162	26,5	22,9	37,5				70,9		16	24,5			73,4	59	55,7	56,4	72,6	74,3	100		68,9	23,9					71	
163	26,5		37,4				70,9		15,6	24,4			73,4	58,7	55,8	55,4	72,6	73	99,6		69	23,6					71	
164	26,4		38,8				71		15,6	24			73,4	58,2	56	56,1	72,5	74,5	99,6		68,8	23,7					71,2	
165	26,5		37,3				70,9		15,5	23,9			73,4	58,2	56,2	56,3	72,3	74,7	100,5		69	23,2					71,4	
166	25,5		37,2				70,7		15,2	24,2			73,4	58,4	56,3	55,8	72,7	74,1	99,3			22,9					70,8	
167	25,7		37,3				70,9		15,3	23,5			73,4	58,3	55,6	55,8	72,9	73,3	100,2			22,9					70,8	
168	25,8		38,1				71		15,2	23,6			73,4	58,5	55,2	56,3	71,5	73,3	100,3			22,8					70,6	
169	25,7		37,3				70,6		14,9	23,4			73,4	58,2	55,1	55,6	71,1	72,5	100,5			22,7						
170	25,6		38,1				70,7		15	23,8			73,4	58,4	55,2	56,3	71,2	73,7	100,5			22,1						
171	25,7		37,3				70,7		14,7	23,1			73,4		54,9	55,5	71	72,8	100,5			22,1						
172	25,7		37,8				70,5		14,6	23,6			73,4		55,1	54,9	72,5	72,2	100,1			23,6						
173	25,6		38				70,6		14,6	23,4			73,4		54,7	55,8	71	71,7	100,3									
174	25,6		37,2				68,6		14,4	23			73,4		54,9	54,9	71,2	72,2	100,6									
175	25,7		38				68,6		14,2	22,9			73,4		54,5	54,5		72,1	100,6									
176	25,8		37,2				68,9		14	22,9			73,4		54,7	54,8		72,5	100,5									

Anexo D

Medições de Ângulos de Contacto

PINHO SEM TRATAMENTO - Água																														
Tempo (seg)	BORNE																		CERNE											
	184			178			187			188			191			193			186			180			195		196			
	184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3
1	116,4	179,7	101,1	180	124,8	180	72,4	111,3	0,1	179,7	105,8	179,1	119,1	73,3	132,4	101	99,8	170,5	116	128	120,1	179,5	56,7	150,6	89,9	117	179,4	84,2	94,6	179,1
2	82,3	87,2	85,2	86,2	70,8	113	99,3	101	113,7	88,6	93,3	102,9	101,9	97,1	100,1	104	91,4	104,6	135,3	114,9	119,7	99,2	83,9	95	83,6	86,6	92,1	93,6	98,9	111,9
3	74,8	80,7	81,6	73,7	60,5	91	87,5	93,6	101,4	94,8	89,4	108,1	96,4	93,4	100,1	97,9	82,3	92,9	135,9	110,8	119,3	91	88,5	93,4	76,5	81,5	90,9	84,7	92,2	105,1
4	71,2	73	77,6	67,1	59	73,4	79,8	179,6	93,9	85,7	85,3	102,2	88,3	88,6	89,5	88,3	75,8	86,4	130,7	109	115,7	86,7	84,6	87,1	74,2	74,1	87,7	82,4	87,9	100,3
5	68,4	68,9	71,3	52,3	60,1	63,5	77,2	76,5	87	80,6	82,1	98,1	84	83,7	89,5	81,7	69	79	128,2	105,2	108,1	83,7	82,2	83,4	70,8	71,3	81,8	80,9	88	95,3
6	67,5	66,1	66,5	47,5	57	55,7	74,9	77,1	83	80	79,9	89,4	81,7	82,1	86	75,8	64,6	76,2	127,7	102	99,7	82,1	75,7	80,7	71,2	71,8	79,7	78,4	81,3	95,2
7	65	63,6	64	46,2	56	51,6	73,1	77,4	79,1	75,1	75	87,2	78,3	80,7	81,8	70,9	61,7	73,5	125,4	100,6	96,3	73,7	179,5	76,1	67,4	70,7	79,8	76,7	80,6	93,5
8	58,9	59,2	59,8	46,1	49,3	41,4	71,8	73,4	76,4	75	73,3	81,7	78,4	78,9	78,6	63,1	55,5	62,7	125,7	96,3	96,2	171,3	179	73,9	65,4	67,6	79,3	75,9	81,8	92,6
9	57,1	54,5	56,4	44,6	47,8	39,6	68,7	71,1	75,5	72,7	71,5	78,9	76,6	78,5	76,8	55,7	80,9	62,9	124,7	96,9	94	128	179,2	70,7	66,5	67,8	79,1	72,2	81,1	89
10	56,8	54,1	55,2	43,9	44,9	42,1	67	69,3	73,6	71,3	70,1	73,7	74,9	75,4	74,3	48,6	41,5	1,8	123,7	95,4	89,5	179,7	174,7	68,7	64,5	66,9	79,1	71,7	77,2	87,8
11	55,3	52,3	51,7	84	43,6	41,2	67,5	73,5	70,9	67,3	67,6	71,8	71,9	73,9	72,4	28,9	32,2	55,9	127,5	96,2	89,3	72,3	179,5	65,8	61,8	65,4	79,3	69,3	82,4	86,4
12	56,3	51,8	48,9	119,9	43	38,2	64	71,9	69,1	66,5	64,4	69,1	70,2	72,6	69,8	26,4	32,3	59,4	124,2	96,9	89,4	69,8	56,7	63,1	61,3	62,9	77,9	68	80,2	80,8
13	54,5	51,1	46,8	0,8	41,3	36,5	65,4	68,8	65,4	65,1	60,7	66,7	68,1	70,1	67,4	16,3		99,1	124,4	96,8	87,8	179,2	90,4	60,9	59,1	62,5	78,5	65,9	75,3	81,2
14	54,2	50,3	45,6	4,8	36	35,8	63,5	68,6	64	61,6	58,7	61,5	67,4	68	67,2	24,5		48	122,8	93,6	87,3	118,2	59,7	60,1	58,6	62,1	76,3	63,7	78,1	78,2
15	55,3	51,1	75,6	89,7	38,1	179,3	61,6	67	62,8	64,2	54,6	57,4	67,5	65	64,5	180		42,3	124	94,2	85,7	57,1	57,9	57,9	56,4	60,4	77	64,1	76,9	75
16	53,7	49,4	57	179,4	37,3	130	61,5	65,9	59	158	51	51,8	65,2	64,1	61,9			36,3	120	94,6	86	65,6	54,1	56,9	55,9	60,3	76,8	62,8	74,4	75,2
17	52,4	48,3	31,9	171,9	36,2	75,1	62,3	53,7	56,3	57,6	48	45,2	64,6	61,9	58,1			31,1	121,2	92,3	84,7	59,9	57,2	55,9	59,4	60,2	76,1	60,2	75	72,6
18	48,8	46,8	61,3		35,1	22,7	60,7	62	55,3	55,9	44,3	36,6	63	63,4	56			28,1	118,3	92,1	85	58,8	56	54	57,5	58,9	74	59,5	76,7	68,5
19	64,2	45,5	80,4		34	138	60,4	55,7	53,9	55,3	39,6	39,4	71,7	60,5	51,5			18,4	121,7	92,8	83,7	58,8	62,8	53,3	57,3	58,8	74,7	58,7	73,8	69,7
20	63,4	43,4	4,1		33,5	79,2	59	58,6	49,1	57,6	34,1	91,5	57,4	56,1	45,4			9,9	121,9	92,6	84,2	60,6	57,4	52	56,5	59,6	73,9	57,2	72,3	66,6
21	44,6	46,6			86,5	87,8	58,3	53,6	45,7	52,6	27,2		57,6	52	39,6				121,8	93,2	82,8	59,3	50,5	51,3	56,6	57,3	73,6	56,2	73,3	66,8
22	43,5	44,1			30,8	108,6	57,5	61,6	51,3	49,2	20,5		60,2	48,4	46,9				121,4	92,2	82,6	57,9	116	50,2	55,2	57,3	73,2	54,9	71,5	64,6
23	38,4	43,1			28,8		57,2	44,5	45,5	82,7	13,5		58,3	46,3	88,2				120,7	92,2	82,4	55,4	48,8	48,8	55,6	48,4	73,6	54,8	70	81,4
24	39,9	41,8			27,3		56,6	50,6	40	41,4	8,7		56,8	44,2	49,7				118,2	92,1	82,7	179,8	108,8	46,7	55,6	56,1	73,1	54	69,4	76,4
25	40,3	40,7			28,1		57,2	44	37,9	77			56,3	40,2	22,7				118,2	91,9	83,3	58,2	45,6	43,9	54,3	53,7	70,1	52,8	70,2	179,7
26	38,4	39,6			55		55,7	42,3	36,4	40,4			56,6	38					117,8	92,6	82,4	57,5	46,4	44,7	54,5	54,5	69,4	52,1	179,3	179,9
27	37,1	37,8			179,7		55,5	40,2	33,4	39,7									117,3	89,5	82,2	51,5	45,5	43,5	54,8	84,3	69,1	51	64,3	179,7
28	35,4	35,9			35,1		55,2	38,1	24,5	36,4									116,4	89,3	80,9	53	43,9	40,9	54,7	52,5	69,5	48,2	63	21,7
29	39,5	34,3					54,1	34,2	26,7	35									117,9	89,6	80,6	54,3	41,5	38,8	55,3	47,8	68	46,5	70,4	29,7
30	34,4	7					54,3	32,8	19,4	32,9									117,6	89,8	81,1	59,2	39,7	37,7	54,9	108	68,2	46,4	67,6	179,5
31	33	23,8					54,2	32	15,5	29,3									117,4	88,2	81	52,8	37,8	60,1	53,5	50,8	66	44	62,8	33,3
32	32,7	11,2					54,2	32,1	12	26,3									116,8	89,1	80,6	53,4	36,9	56,2	53,1	50,4	65,8	41,4	179,2	

Anexo D

Medições de Ângulos de Contacto

33	32					54,2	32,3	46,1	21,3			55,1	0,4					116,7	89,6	80,4	52,9	38,3	32,3	53,2	50,2	65,9	40,1	62,6	
34	33					53,3	30,7	178,8	29,6			54,3						116,3	88,1	79,5	52,4	38,7	30,5	53,2	50,2	66	37,8	1,2	
35	32,2					52,9	30					54,3						113,2	86,9	79,8	51,9	36,6	28,7	53,1	54,1	65,4	37,8	66,3	
36	31,5					53	1,9					50,4						116,4	87,1	78,9	53,5	35	26,9	52,4	57,2	65,3	35,7	71,7	
37	30,5					51	36,6					71,2						111,4	85,1	78,3	52	32,7	25,1	53	50,7	65,3	33,2	65,9	
38	30,2					50,9	35,9					41,4						113	84	78	51,4	31	23,4	52,3	50,8	65,5	30	65,7	
39	29,3					50,5	35,5					45,5						112,6	83,3	75,7	49,7	29,5	21,3	53,4	107	65,7	27	66,1	
40	29,9					50	34,7					49,9						112,5	82	76	49	27,5	19,5	49,9	47,3	64,3	23,5	65,1	
41	29,3					49,6	33,8					48,4						112,2	82,4	77,6	48	25,8	17,3	52,1	47,6	64,2	20,7	64,7	
42	31,6					48,4	33					48,2						111,9	82,1	77,4	47,5	24,1	15,1	49,9	44,7	64,3	16,8	65,2	
43	31,2					48,6	152,5					53						111,9	82,7	72,2	46,8	22,3	12,2	51,6	49,4	64,3	12,9	67,5	
44	31,6					48	47,8					47,6						113,3	82,3	72,6	46,2	20,1	8,7	50,1	55	64,9	16,1	63,7	
45	31,9					47,9						46,1						113	81,4	70,9	46,4	18,1		51,4	46,9	64,8		63	
46	23,1					47,5						45,6						114,2	81,2	71,1	45,6	16,8		51,1	106	62,9		63,7	
47	22,4					47,7						53,8						112,3	82	68,8	44,8	15,1		51,2	43,3	63,1		67,4	
48	23					47,2						46,1						112,3	81,6	69,1	44,1	13,4		49,8	43	63,1		64,6	
49	19,6					45,7						36,9						112,5	79,4	69,9	43,5	11,5		50,1	45,2	63,1		64	
50	17,7					45,2						44,5						112,1	79,2	70,7	42,4	9,5		50,1	103	63		62,8	
51	16,4					45,2						100,1						113,5	79	72,2	41,4			49,9	37,5	63		62,7	
52	15,3					33,5						45,2						110,4	78,5	71,3	39,9			49,6	53,9	63		63,7	
53	12,6					34,7						44						113,5	78,3	66,7	38,9			49,9	44,3	62,9		61,7	
54	11,9					36,1						1,2						110,3	78,2	74,4	37,9			49,7	44,4	62,6		60,8	
55	7					32,5						42,7						109,9	78	66,7	37,6			49	53,6	62,7		59,4	
56	40,9					41,4												113,6	78	66	36,3			49	48,3	62,7		58,3	
57	0,4					40,9												110,7	77,3	65,7	34,9			48,7	44,9	62,9		56,9	
58	0,4					40,6												110,7	77,5	65,2	33,8			48,5	45,1	62,8		56,2	
59						40,1												110,5	76,6	64,7	32,6			47,9	44,9	62,9		54,7	
60						39,2												110,5	76,8	65	31,8			48,2	44,2	62,5		53,4	
61						39,1												110,2	76,6	63,4	30,8			48	45	62,5		50,1	
62						39,3												110,3	74,4	63,6	29,3			47,9	44,9	62,4		50,8	
63						38,7												110,2	74,9	69,6	28,5			47,7	45	60,9		48,5	
64						38,3												112,4	73,5	62,2	27,4			47,6	46,3	61		48,6	
65						38,1												110,8	72,5	64,4	26,4			47,3	45,6	60,8		48,2	
66						37,7												111,2	72,7	63,8	25,3			47,2	45,6	60,9		44,6	
67						37												110,9	72,2	64,2	24,1			47,2	45	60,7		43,5	
68						36,6												110,4	70,9	62,9	23,2			47	89,6	60,9		39,2	

Anexo E

Medições de Ângulos de Contacto

PINHO SEM TRATAMENTO - α -Bromonaftaleno																														
Tempo (seg)	BORNE															CERNE														
	184			178			187			188			191			193			186			180			195			196		
	184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3
1	10,6	17,2	19,4	21,8	21,5	17,5	0,7	178	12,1	90	0,4	26,6	16,4	16,2	15,5	32,1	17,3	32,6	12,5	38,1	29,1	20,7	13,7	60,5	24,1	28,3	30,6	24,2	30,1	39,7
2	7	9,1		9,7	14,8	2,4		40					7,7	5,2				19,3	11,5	20,6	25,9			32,8	15,9	25,1		22,3		16,8
3	5,5	8,1	6,1	3,8	11,7					10,4			3,3	3,7					9	18,1	24,4				5,3	22,4		12,4	30,3	15,7
4	4,2				4,3													8,4	7,3	15,8	19,7						19,2			
5																			6	12,9	13,3				2,6	16				
6																				10,6	13,3						14			
7																			2,5	8,6	10,3						10,9			
8																				11,4	6,8						8,6			
9																				4,5	5,1						6,4			
10																					2,8									
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														

PINHO SEM TRATAMENTO - Formamida																															
Tempo (seg)	BORNE															CERNE															
	184			178			187			188			191			193			186			180			195			196			
1	120,4	179,7	50	179,5	63,2	179,1	58	112,8	70,1	61,7	62,2	179,7	78,1	49,8	76,9	77,9	73,7	65,9	128,2	50,1	56,6	179,8	114,2	179,6	70,3	179,5	82,6	83,8	71,3	53,8	
2	38,5	48,8	38,9	41,1	35	53,9	31,1	45,9	51,3	49,7	47,8	46,6	62,4	48,1	59,9	58,5	57,7	48,5	65,5	63,6	65,9	27,1	41,4	23,7	57	66,3	56	57,6	53,6	0	
3		42,6	33	28,2	30	31,8	20,4	43,4	23,2	38,1	31,5	34	53,3	36,1	47,8	50,3	53	39,1	68,4	54,6	64,4	16,2	16,9	9,9	46,9	55,8	40,5	51,3	47,3		
4	26,9	38,3	24,5		22	31,1	12,3	30,6	15,2	24,9	29,3	19,6	42,5	24,5	41	46,5	51,8	29	64,3	50,3	60,4	4,9	8,2		48,9	47,4	40,9	40,7	43,7		
5	23,5		18,6			17,6	5,7	23,5	9,4				37,7	15,7	30,8	45	47,6	20,2	59,7	45,7	55,7				48,9	40,9	41,6	33,2	42,9		
6			14,6			13			1,8				30,4		28,5	44,7	39,8	10,4	62,4	39,7	54,7				48,9	35	41,6	27,4	41,6		
7	17,3		0			7,3							26,5			44,7	34,8		56,7	39,1	53				48,9	33,9	41,6	18,7	38,2		
8	15,2												28,3			44,7	14			38,3	50,1				48,9	28,7	41,6	10,7	34,3		
9	12															44,7			53,8		48,1				48,9	23,6	41,6	2,3	31,7		
10																44,7			52	35,9	45,3				48,9	18,6	41,6		27,6		
11	5,1															44,7			50,7		42,1				27,5	15	41,6		29,4		
12																44,7			47,6		38,8				24,3	10,1	41,6				
13																44,7			45,9		35,4				20,7		41,6				
14																44,7			42,6		29,7				13,7		41,6				
15																44,7			38,6						9,8		41,6				
16																44,7			33,7		30,3				4,4						
17																44,7															
18																44,7															
19																44,7															
20																44,7															
21																															
22																															
23																															
24																															

Anexo G**Determinação da porosidade
1 - Medula**

Number	Area (μm^2)	X FCP	Y FCP	Perimeter (μm)
1	3.285.090	318.000	95.000	280.600
2	1.814.470	50.000	110.000	271.400
3	1.565.840	600.000	113.000	225.400
4	989.230	461.000	122.000	147.200
5	793.500	185.000	123.000	128.800
6	1.428.300	98.000	134.000	207.000
7	1.856.790	309.000	159.000	209.300
8	2.629.130	234.000	161.000	317.400
9	1.084.450	388.000	174.000	184.000
10	994.520	611.000	185.000	179.400
11	1.232.570	187.000	190.000	179.400
12	851.690	479.000	196.000	197.800
13	1.036.840	393.000	199.000	156.400
14	544.870	65.000	203.000	110.400
15	1.507.650	91.000	206.000	204.700
16	1.142.640	42.000	207.000	174.800
17	1.740.410	173.000	222.000	301.300
18	1.856.790	475.000	231.000	223.100
19	2.422.820	325.000	234.000	230.000
20	761.760	526.000	236.000	140.300
21	1.391.270	654.000	236.000	216.200
22	2.380.500	289.000	238.000	243.800
23	2.137.160	355.000	240.000	248.400
24	1.126.770	572.000	241.000	147.200
25	1.740.410	141.000	243.000	216.200
26	1.597.580	420.000	243.000	209.300
27	465.520	617.000	244.000	92.000
28	3.412.050	68.000	245.000	292.100
29	629.510	168.000	268.000	128.800
30	1.587.000	209.000	268.000	243.800
31	1.269.600	304.000	270.000	149.500
32	1.830.340	469.000	281.000	218.500
33	1.237.860	175.000	288.000	204.700
34	1.042.130	426.000	291.000	163.300
35	1.417.720	532.000	291.000	213.900
36	1.153.220	240.000	292.000	190.900
37	1.026.260	124.000	297.000	170.200
38	798.790	63.000	300.000	117.300
39	1.475.910	585.000	310.000	188.600
40	809.370	337.000	338.000	131.100
41	481.390	541.000	346.000	94.300
42	470.810	75.000	348.000	96.600
43	349.140	474.000	351.000	103.500
44	454.940	507.000	379.000	96.600

Anexo G**Determinação da porosidade
1 - Medula**

45	444.360	597.000	385.000	96.600
46	629.510	696.000	387.000	142.600
47	851.690	675.000	391.000	156.400
48	867.560	511.000	399.000	124.200
49	1.200.830	256.000	401.000	181.700
50	772.340	642.000	403.000	121.900
51	872.850	173.000	405.000	147.200
52	423.200	196.000	406.000	98.900
53	1.058.000	416.000	413.000	154.100
54	343.850	512.000	413.000	89.700
55	862.270	663.000	415.000	135.700
56	1.116.190	539.000	423.000	204.700
57	788.210	171.000	425.000	165.600
58	454.940	75.000	491.000	117.300
59	624.220	87.000	500.000	128.800
60	1.444.170	258.000	511.000	165.600
61	481.390	89.000	519.000	117.300
Total	73.060.187	20.911.000	17.635.000	10.593.800
Mean	1.197.708	342.803	289.098	173.669
Std Dev	667.289	199.209	107.477	56.264
Std Error	85.438	25.506	13.761	7.204
Max	3.412.050	696.000	519.000	317.400
Min	343.850	42.000	95.000	89.700
2-s Range	2.669.157	796.837	429.907	225.055
Features	61			

Anexo G

**Determinação da porosidade
2 - A 1,1cm da medula**

Number	Area (μm^2)	X FCP	Y FCP	Perimeter (μm)
1	7.617.600	63.000	107.000	441.600
2	6.009.440	163.000	148.000	351.900
3	2.449.270	724.000	171.000	216.200
4	3.337.990	367.000	173.000	289.800
5	4.866.800	201.000	176.000	305.900
6	8.908.359	513.000	185.000	485.300
7	5.390.510	342.000	192.000	335.800
8	5.628.560	591.000	193.000	368.000
9	5.078.400	453.000	241.000	351.900
10	7.675.790	123.000	255.000	409.400
11	1.930.850	562.000	258.000	204.700
12	5.157.750	519.000	262.000	349.600
13	2.290.570	388.000	276.000	292.100
14	2.200.640	160.000	280.000	227.700
15	6.660.110	613.000	282.000	402.500
16	1.497.070	468.000	283.000	174.800
17	3.073.490	565.000	291.000	269.100
18	1.941.430	311.000	297.000	197.800
19	4.184.390	285.000	306.000	315.100
20	4.771.580	122.000	316.000	305.900
21	5.760.810	216.000	327.000	377.200
22	5.062.530	529.000	342.000	301.300
23	4.184.390	97.000	370.000	324.300
24	2.343.470	330.000	407.000	257.600
25	2.211.220	716.000	413.000	301.300
26	3.771.770	588.000	421.000	292.100
27	4.321.930	185.000	432.000	310.500
28	2.285.280	571.000	489.000	225.400
29	2.756.090	735.000	502.000	271.400
30	2.528.620	495.000	557.000	262.200
Total	125.896.704	11.995.000	8.952.000	9.218.400
Mean	4.196.557	399.833	298.400	307.280
Std Dev	1.921.594	200.040	109.802	71.701
Std Error	350.833	36.522	20.047	13.091
Max	8.908.359	735.000	557.000	485.300
Min	1.497.070	63.000	107.000	174.800
2-s Range	7.686.377	800.158	439.209	286.804
Features	30			

Anexo G**Determinação da porosidade
3 - A 2,2cm da medula**

Number	Area (μm^2)	X FCP	Y FCP	Perimeter (μm)
1	3.771.770	50.000	127.000	538.200
2	11.019.069	185.000	146.000	512.900
3	6.533.150	473.000	181.000	425.500
4	7.527.670	288.000	222.000	489.900
5	12.304.539	660.000	228.000	892.400
6	4.448.890	129.000	235.000	338.100
7	10.103.899	432.000	290.000	680.800
8	7.569.990	270.000	315.000	630.200
9	14.367.640	202.000	364.000	690.000
10	7.109.760	653.000	388.000	522.100
11	12.875.859	471.000	466.000	841.800
12	4.099.750	538.000	466.000	349.600
13	8.067.250	643.000	492.000	611.800
14	19.181.539	180.000	497.000	1.311.000
15	7.982.610	504.000	563.000	717.600
Total	136.963.384	5.678.000	4.980.000	9.551.900
Mean	9.130.892	378.533	332.000	636.793
Std Dev	4.093.014	197.351	136.640	238.051
Std Error	1.056.812	50.956	35.280	61.465
Max	19.181.539	660.000	563.000	1.311.000
Min	3.771.770	50.000	127.000	338.100
2-s Range	16.372.054	789.406	546.561	952.206
Features	15			

Anexo G**Determinação da porosidade
4 - A 3,3cm da medula**

Number	Area (μm^2)	X FCP	Y FCP	Perimeter (μm)
1	3.163.420	49.000	128.000	269.100
2	10.855.079	315.000	168.000	453.100
3	7.908.550	499.000	251.000	453.100
4	14.748.520	82.000	354.000	526.700
5	16.393.709	304.000	363.000	726.800
6	12.008.300	219.000	399.000	485.300
7	11.690.899	399.000	450.000	473.800
8	6.199.880	602.000	479.000	354.200
9	8.776.109	97.000	524.000	411.700
10	8.220.659	468.000	540.000	416.300
11	11.204.220	250.000	545.000	526.700
12	7.506.510	553.000	570.000	404.800
Total	118.675.854	3.837.000	4.771.000	5.501.600
Mean	9.889.655	319.750	397.583	458.467
Std Dev	3.521.256	180.091	143.488	106.420
Std Error	1.016.499	51.988	41.422	30.721
Max	16.393.709	602.000	570.000	726.800
Min	3.163.420	49.000	128.000	269.100
2-s Range	14.085.023	720.365	573.953	425.682
Features	12			

Anexo G**Determinação da porosidade
5 - A 4,4cm da medula**

Number	Area (μm^2)	X FCP	Y FCP	Perimeter (μm)
1	11.712.060	472.000	147.000	508.300
2	9.151.699	459.000	217.000	437.000
3	8.167.760	688.000	217.000	411.700
4	14.119.010	132.000	249.000	545.100
5	18.345.719	390.000	294.000	634.800
6	16.732.270	341.000	373.000	586.500
7	10.040.420	474.000	437.000	432.400
8	6.284.520	285.000	448.000	351.900
9	16.012.829	619.000	471.000	598.000
10	8.040.800	218.000	513.000	420.900
11	2.454.560	449.000	522.000	223.100
12	9.072.350	209.000	572.000	411.700
Total	130.133.994	4.736.000	4.460.000	5.561.400
Mean	10.844.500	394.667	371.667	463.450
Std Dev	4.490.579	159.515	136.036	111.925
Std Error	1.296.319	46.048	39.270	32.310
Max	18.345.719	688.000	572.000	634.800
Min	2.454.560	132.000	147.000	223.100
2-s Range	17.962.318	638.060	544.145	447.699
Features	12			

Anexo G**Determinação da porosidade
6 - A 5,5cm da medula**

Number	Area (μm^2)	X FCP	Y FCP	Perimeter (μm)
1	13.219.709	642.000	148.000	667.000
2	21.186.449	569.000	223.000	811.900
3	16.975.609	431.000	266.000	669.300
4	13.843.930	194.000	294.000	641.700
5	2.565.650	535.000	307.000	223.100
6	18.086.510	150.000	384.000	738.300
7	26.725.078	623.000	384.000	800.400
8	11.198.930	313.000	401.000	552.000
9	17.467.580	613.000	485.000	655.500
10	18.276.949	145.000	503.000	740.600
11	13.632.329	724.000	559.000	552.000
Total	173.178.723	4.939.000	3.954.000	7.051.800
Mean	15.743.520	449.000	359.455	641.073
Std Dev	5.841.568	203.939	119.931	155.555
Std Error	1.761.299	61.490	36.161	46.902
Max	26.725.078	724.000	559.000	811.900
Min	2.565.650	145.000	148.000	223.100
2-s Range	23.366.274	815.758	479.725	622.222
Features	11			

Rugosidade μm

PROVETE	Largura	Espessura	Comprimento	Peso inicial	Ra 1	Ry 1	Ra 2	Ry 2	Ra 3	Ry 3	Ra média	Ry média	Dentro	Fora	Médio	
P 1 II b 2b	19,4	6,24	100,27	5,4786	1,93	11	1,21	8,3	0,81	5,4	1,316666667	8,233333333				
P 1 III a 1d	18,58	6,26	100,27	5,9993	1,26	8,2	1,34	8,6	1,44	8,4						
P 1 III c 2a	19,17	6,13	100,22	5,4905	1,85	12,4	1,96	13,1	2,01	13,5						
P 1 III d 3d	18,78	6,28	100,23	7,7042	2,55	15,3	2,81	15,4	2,79	15,2	2,001111111	12,233333333				
P 1 IV a 2b	18,87	6,26	100,32	5,8436	1,2	8	1,28	9	1,41	9,4	1,296666667	8,8				
P 1 V a 3b	19,01	6,32	100,32	6,6953	2,27	17	2,23	16,6	2,31	17,2						
P 1 V b 2c	19	6,26	100,31	5,1415	1,77	10	1,71	10,1	1,71	10,1						
P 1 V d 3c	19,24	6,3	100,35	6,3827	2,17	12,8	2,33	15,7	2,26	15,6	2,084444444	13,9				
													média	1,73	1,970556	1,316667
													máxima	10,06667	12,85556	8,233333

PROVETE	Largura	Espessura	Comprimento	Peso inicial	Ra 1	Ry 1	Ra 2	Ry 2	Ra 3	Ry 3	média	máxima	dentro	fora	medio	
P 2 II a 2b	18,93	6,25	100	5,703	1,74	9,3	1,93	10,8	1,61	9,2						
P 2 II c 3d	19,12	6,11	100,36	6,9653	2,95	14,9	2,87	14,2	2,94	15						
P 2 II d 2b	19,09	6,28	100,27	6,8805	1,32	9	1,32	9	1,31	8,3	2,00	11,08				
P 2 III a 3c	19,13	6,32	100,25	7,2898	1,43	9	1,47	9,1	1,45	8,9						
P 2 III b 4c	19,2	6,3	100,42	7,1466	1,2	8,5	1,31	9,2	1,33	9,1						
P 2 III c 2c	18,8	6,29	100,32	5,7218	1,82	9,9	1,8	10,4	1,88	10,6						
P 2 III d 2a	18,9	6,28	100,27	7,0066	0,82	6,2	0,83	5,5	1,03	6,1	1,36	8,54				
P 2 IV a 2c	19,1	6,3	100,23	6,2576	1,19	6,8	1,27	6,7	1,27	6,6						
P 2 IV b 2d	18,91	6,23	100,29	6,3294	1,5	9,6	1,57	9,4	1,74	10,5						
P 2 IV c 1a	19,02	6,29	100,28	6,1787	2,72	15,7	2,74	15,9	2,98	15,9						
P 2 IV d 2a	19,15	6,3	100,31	7,0509	1,77	11,2	1,68	10,5	1,63	10,5						
P 2 IV e 1c	19,11	6,32	100,17	7,9073	0,99	6,9	1,04	6,6	1,09	7	1,68	9,99				
P 2 V a 1c	19,05	6,29	100,37	6,9171	1,49	9,1	1,54	9,3	1,59	9,7						
P 2 V b 2c	19,09	6,24	100,26	5,7819	1,88	12,1	1,6	9,5	1,62	9,9						
P 2 V c 2c	19,21	6,28	100,33	6,2156	2,18	13,9	2,21	13,9	2,21	14						
P 2 V d 2c	18,83	6,3	100,38	6,3557	1,36	8,4	1,39	8,5	1,35	8,3						
P 2 V e 1c	19,09	6,3	100,28	8,0788	1,17	7,3	1,2	7,4	1,23	7,8	1,60	9,94				
													média	1,753333	1,504848	2,143333
													máxima	10,91667	9,115152	11,55

Rugosidade μm

PROVETE	Largura	Espessura	Comprimento	Peso	Ra 1	Ry 1	Ra 2	Ry 2	Ra 3	Ry 3	média	máxima	dentro	fora	medio	
PQ 1 II a 1a	18,91	6,13	101,03	5,1327	2,51	14,5	2,52	13,6	2,56	13,6						
PQ 1 II b 2c	18,85	6,31	100,36	4,4301	2,09	12,3	2,05	11,9	2,05	12						
PQ 1 II c 4d	19,19	6,33	100,34	5,3596	3,25	20,2	3,4	21,3	3,1	17,9						
PQ 1 II d 2c	19,13	6,32	100,36	5,1404	2,63	17,1	2,72	17,5	3,01	15,6						
PQ 1 II e 1d	19,14	6,32	101,05	5,5927	1,54	8,9	1,54	8,8	1,55	9,3	2,43	14,30				
PQ 1 III a 2b	19,13	6,31	100,29	5,2611	2,85	15,6	2,43	17,9	2,52	16,8						
PQ 1 III b 2c	19,05	6,37	100,25	5,8354	2,25	14,3	2,32	14,5	2,37	14,9						
PQ 1 III c 2d	19,15	6,29	100,36	4,6469	1,89	11,2	1,92	10,7	1,96	11,1						
PQ 1 III d 2b	19,1	6,29	101,09	5,1438	1,97	12,5	2,03	12,2	2,17	11,9	2,22	13,63				
PQ 1 IV a 2a	18,94	6,28	101,25	4,7167	3,33	19,4	4,27	25,1	4,08	24,9						
PQ 1 IV b 3b	19,24	6,36	101	5,0978	2,56	15,5	2,62	16,3	2,64	16,3	3,25	19,58				
PQ 1 V b 3c	19,11	6,29	101,04	5,0093	3,86	19,8	3,87	19,7	3,87	19,2						
PQ 1 V c 2d	18,86	6,3	101,1	4,9374	2,34	13,4	2,36	14	2,36	14,1	3,11	16,70				
													média	2,7575	2,542381	2,48
													máxima	15,733333	15,11429	14,93333

Rugosidade μm

PROVETE	Largura	Espessura	Comprimento	Peso	Ra 1	Ry 1	Ra 2	Ry 2	Ra 3	Ry 3	média	máxima	dentro	fora	medio	
PQ 2 II a 3c	18,85	6,31	101,08	7,1141	2,83	16,3	2,88	16,1	3,06	16,7						
PQ 2 II b 3d	19,22	6,3	101,11	6,1042	1,71	10,4	1,69	10,7	1,44	10,1						
PQ 2 II c 4d	19,19	6,11	101,09	5,8105	2,35	12,8	2,17	11,7	2,14	10,6						
PQ 2 II d 2a	19,19	6,31	101,04	6,0286	2,16	11,8	2,44	12,3	2,41	12,1	2,2733333333	12,6333333333				
PQ 2 III a 2a	19,1	6,29	101,12	6,2523	1,79	11,6	1,71	10,6	1,86	10,7						
PQ 2 III b 4d	19,18	6,38	101,06	6,0326	4,37	21,7	3,86	20,7	3,87	20,7						
PQ 2 III c 2c	18,97	6,34	101,15	5,9461	1,3	7,1	1,21	6,4	1,23	6,6						
PQ 2 III d 2c	19,03	6,37	101,08	6,3745	1,96	13,7	1,96	13,6	1,96	13,4						
PQ 2 III e 3d	18,93	6,21	101,05	6,0335	1,78	10,9	1,81	11,2	1,83	11,1	2,166666667	12,66666667				
PQ 2 IV a 3d	19,21	6,35	101,05	6,8262	1,83	11,3	1,8	10,9	1,73	9,9						
PQ 2 IV b 4d	19,08	6,37	101,07	5,9086	2	12,1	2,03	12,3	2,09	12,4						
PQ 2 IV c 4c	19,12	6,31	101,29	5,3636	1,73	9,1	1,71	9,3	1,69	9,2	1,845555556	10,72222222				
PQ 2 V a 3c	18,89	6,34	101,25	5,9794	1,57	10,1	1,58	10,2	1,59	10,6						
PQ 2 V b 2c	19,17	6,3	101,28	6,3425	2,01	11,2	2,12	13,3	1,87	13,1						
PQ 2 V c 4c	18,48	6,3	101,21	5,6519	2,63	15,2	2,5	15	2,26	13,9						
PQ 2 V d 2b	19,11	6,32	101,11	5,8485	1,65	9,4	1,65	9,3	1,62	9						
PQ 2 V e 2a	19,12	6,33	101,08	6,1087	1,41	8,9	1,48	9,1	1,48	9,2	1,828	11,16666667				
													média	1,876	1,964583	2,376667
													máxima	11,34	11,6	13,09167

Identificação do Provete		ρ (g/cm)	Ra médio	Ry médio
Próximo da Medula	Afastado da Medula			
P 1 II b 2b		0,45	1,32	8,23
	P 1 III a 1d	0,51	1,35	8,40
	P 1 III c 2a	0,47	1,94	13,00
	P 1 III d 3d	0,65	2,72	15,30
	P 1 IV a 2b	0,49	1,30	8,80
	P 1 V a 3b	0,56	2,27	16,93
P 1 V b 2c		0,43	1,73	10,07
	P 1 V d 3c	0,52	2,25	14,70
	P 2 II a 2b	0,48	1,76	9,77
P 2 II c 3d		0,59	2,92	14,70
	P 2 II d 2b	0,57	1,32	8,77
	P 2 III a 3c	0,60	1,45	9,00
P 2 III b 4c		0,59	1,28	8,93
P 2 III c 2c		0,48	1,83	10,30
	P 2 III d 2a	0,59	0,89	5,93
	P 2 IV a 2c	0,52	1,24	6,70
	P 2 IV b 2d	0,54	1,60	9,83
	P 2 IV c 1a	0,52	2,81	15,83
	P 2 IV d 2a	0,58	1,69	10,73
	P 2 IV e 1c	0,65	1,04	6,83
	P 2 V a 1c	0,58	1,54	9,37
P 2 V b 2c		0,48	1,70	10,50
P 2 V c 2c		0,51	2,20	13,93
P 2 V d 2c		0,53	1,37	8,40
	P 2 V e 1c	0,67	1,20	7,50
	PQ 1 II a 1a	0,44	2,53	13,90
PQ 1 II b 2c		0,37	2,06	12,07
	PQ 1 II c 4d	0,44	3,25	19,80
PQ 1 II d 2c		0,42	2,79	16,73
	PQ 1 II e 1d	0,46	1,54	9,00
	PQ 1 III a 2b	0,43	2,60	16,77
PQ 1 III b 2c		0,48	2,31	14,57
	PQ 1 III c 2d	0,38	1,92	11,00
	PQ 1 III d 2b	0,42	2,06	12,20
	PQ 1 IV a 2a	0,39	3,89	23,13
PQ 1 IV b 3b		0,41	2,61	16,03
PQ 1 V b 3c		0,41	3,87	19,57
PQ 1 V c 2d		0,41	2,35	13,83
	PQ 2 II a 3c	0,59	2,92	16,37
PQ 2 II b 3d		0,50	1,61	10,40
PQ 2 II c 4d		0,49	2,22	11,70
	PQ 2 II d 2a	0,49	2,34	12,07
	PQ 2 III a 2a	0,51	1,79	10,97
PQ 2 III b 4d		0,49	4,03	21,03
PQ 2 III c 2c		0,49	1,25	6,70
PQ 2 III d 2c		0,52	1,96	13,57
	PQ 2 III e 3d	0,51	1,81	11,07
	PQ 2 IV a 3d	0,55	1,79	10,70
	PQ 2 IV b 4d	0,48	2,04	12,27
PQ 2 IV c 4c		0,44	1,71	9,20
	PQ 2 V a 3c	0,49	1,58	10,30
PQ 2 V b 2c		0,52	2,00	12,53
PQ 2 V c 4c		0,48	2,46	14,70
PQ 2 V d 2b		0,48	1,64	9,23
	PQ 2 V e 2a	0,50	1,46	9,07
média total Ra	2,14	1,93		
média total Ry	12,48	11,75		

Tempo	COLA 345																															
	PINHO								PINHO ARDIDO								EUCALIPTO								EUCALIPTO ARDIDO							
	Sem tratamento		Secagem excessiv		Extracção água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiv		Extracção água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiv		Extracção água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiv		Extracção água		Envelhecimento	
B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	
1	107,5	114,4	110,3	113,0	103,7	121,0	109,6	117,9	81,2	103,0	109,9	118,4	95,8	91,7	109,7	106,9	74,2	89,7	97,1	114,1	104,7	120,2	99,8	100,8	98,0	101,8	107,4	114,6	112,7	102,1	100,9	113,8
2	91,3	105,5	103,8	110,0	97,2	116,5	104,8	108,3	64,4	89,9	105,2	115,3	85,2	83,4	99,5	98,1	65,6	80,7	89,2	103,5	99,1	116,4	88,3	91,2	84,6	89,5	93,9	108,9	109,6	101,5	92,4	106,7
3	86,7	102,5	100,1	106,2	95,6	109,2	99,6	104,6	57,6	85,2	101,6	113,6	81,1	80,3	95,5	93,8	59,3	76,5	85,1	97,4	96,7	112,6	85,0	87,1	80,6	84,9	90,8	104,4	102,0	98,2	87,1	102,4
4	83,4	99,48	97,2	104,5	93,3	107,1	96,5	104,7	52,1	82,3	98,8	111,8	78,3	77,0	91,7	92,8	57,9	74,2	82,2	93,8	95,7	112,6	82,8	84,3	76,3	82,7	88,2	102,3	98,4	95,7	83,0	99,3
5	80,9	97,25	94,9	102,6	92,1	110,8	91,6	101,2	50,0	79,6	97,0	111,4	77,7	76,0	89,8	89,5	54,8	72,7	80,5	91,0	95,6	112,1	81,3	83,0	74,6	80,6	85,7	99,9	96,1	94,1	79,9	95,8
6	78,8	96,37	94,2	100,9	90,9	103,3	93,2	100,8	46,0	77,3	95,2	111,1	73,1	72,7	86,7	87,6	52,9	70,6	79,0	88,3	94,3	110,9	79,5	81,1	72,7	78,6	83,7	98,1	95,2	92,7	77,8	94,3
7	79,2	95	92,8	99,3	90,4	103,7	93,4	98,2	45,6	75,1	94,1	108,4	71,3	72,1	85,3	86,5	52,3	69,8	78,3	86,9	94,3	110,4	78,3	81,8	71,2	77,7	84,2	96,4	93,6	91,5	76,0	93,0
8	76,0	93,34	92,1	98,6	89,5	102,4	91,8	96,5	47,5	73,0	92,8	107,4	69,6	70,9	83,7	85,8	52,3	68,5	76,8	85,9	93,8	109,8	77,3	80,8	69,3	76,3	82,0	95,1	92,5	90,5	75,7	91,2
9	75,2	93,34	90,4	97,2	88,8	101,4	87,9	96,7	42,7	72,4	92,2	107,0	68,7	69,6	82,9	84,4	50,8	67,5	75,8	84,9	92,8	109,4	75,7	79,3	68,5	74,7	82,2	93,9	91,2	89,4	75,6	90,8
10	73,8	91,85	89,9	97,1	88,3	100,5	89,0	95,6	41,1	71,6	91,5	106,4	67,2	70,3	81,8	82,0	50,6	66,1	75,2	83,0	92,5	108,6	75,6	79,3	67,8	74,1	80,7	93,1	90,6	88,6	73,5	89,8
11	74,4	91,5	89,0	96,7	87,4	99,7	87,0	95,1	41,0	70,3	90,5	105,4	67,9	67,2	81,2	82,3	49,4	65,5	74,2	81,9	92,4	108,5	74,7	78,7	67,7	73,8	80,6	92,1	89,9	87,9	71,8	88,8
12	73,7	90,52	88,0	95,4	87,1	99,6	85,8	94,0	39,8	69,0	89,7	104,9	66,9	67,6	80,0	81,7	47,6	64,9	73,7	82,0	92,3	108,0	74,4	77,5	66,3	74,0	81,2	91,8	89,3	86,8	71,4	87,7
13	72,0	90,25	86,9	95,2	86,3	99,3	86,1	92,3	39,0	68,3	89,1	105,1	66,0	65,2	78,4	80,8	47,9	64,3	73,1	81,3	92,1	107,0	74,1	77,9	65,7	72,3	81,6	90,3	88,4	86,1	70,3	86,5
14	72,5	89,74	86,0	93,9	86,0	99,3	84,9	92,6	38,5	67,4	88,2	103,4	65,1	65,4	77,6	80,5	48,3	63,6	72,9	80,4	91,8	105,8	72,8	77,3	65,7	70,6	82,0	90,2	87,9	85,6	69,1	85,2
15	71,2	88,84	84,9	93,5	85,1	98,8	82,6	90,8	37,5	67,0	87,5	103,5	63,8	64,7	77,7	80,0	47,3	63,4	72,1	80,1	91,6	106,4	73,1	77,8	63,2	68,7	80,3	90,0	87,2	85,6	68,9	85,3
16	69,9	88,24	85,0	92,7	84,8	98,0	81,5	88,6	37,2	66,4	87,4	102,7	59,7	64,1	76,6	78,9	47,2	63,1	71,1	79,5	91,8	106,2	73,0	76,7	65,0	70,4	78,1	89,2	87,0	84,9	67,6	82,5
17	69,3	87,68	84,5	92,9	84,6	98,1	81,9	89,5	37,1	65,9	86,5	102,8	59,3	63,5	75,9	78,6	46,8	63,0	71,6	79,4	92,2	105,6	72,6	77,5	63,9	69,4	78,6	88,9	86,4	84,4	67,4	84,0
18	70,0	87,51	84,2	93,6	84,0	97,0	81,4	88,8	36,7	64,9	85,9	101,6	57,4	63,1	74,9	78,0	46,2	62,8	70,8	79,1	91,6	105,1	71,6	74,2	63,1	67,7	78,8	88,5	86,2	84,1	67,4	82,5
19	68,7	86,92	83,8	93,2	83,8	97,0	79,8	87,9	35,7	64,8	85,2	101,5	56,5	62,4	74,1	77,5	46,1	63,9	70,7	78,7	91,2	106,2	71,0	75,4	62,6	67,6	76,8	87,9	85,3	84,2	66,4	84,2
20	68,4	86,53	83,9	92,3	83,1	96,7	79,3	88,1	35,8	63,8	84,3	100,8	59,6	62,0	74,4	77,0	46,3	63,8	70,4	78,1	91,2	105,0	70,8	75,1	62,5	67,8	78,8	88,0	84,9	83,8	65,8	81,9
21	68,3	85,83	83,2	92,1	83,3	95,8	78,7	87,7	35,6	63,1	84,2	101,5	55,7	60,9	73,2	76,4	45,4	61,4	70,3	77,1	91,0	104,6	71,0	74,7	61,9	66,5	75,8	87,5	84,8	83,4	65,9	81,3
22	67,8	85,18	83,0	89,8	82,9	95,6	78,5	86,5	33,8	63,1	83,5	101,2	57,4	60,2	71,2	76,3	45,7	61,9	70,3	77,1	91,5	104,4	70,1	73,7	61,4	66,7	76,2	87,0	84,3	83,5	66,3	80,1
23	67,4	84,63	82,5	91,0	82,6	95,6	78,2	85,6	34,4	62,9	83,2	100,8	54,4	60,1	73,1	75,0	46,8	61,9	70,0	77,0	91,1	104,4	70,9	72,6	60,8	66,6	75,6	86,3	84,4	82,8	65,6	80,6
24	66,9	84,42	82,0	89,2	82,2	94,7	77,6	85,6	33,8	62,8	82,9	100,1	54,0	60,9	71,7	75,0	45,6	62,0	69,8	76,4	90,5	103,7	69,7	72,3	60,0	65,7	73,9	86,0	84,0	82,8	65,3	79,3
25	67,2	84,22	81,7	88,7	81,4	94,9	76,7	85,5	35,6	62,1	82,3	100,5	54,2	59,8	71,0	75,2	44,8	62,0	69,5	76,1	90,6	105,6	69,9	74,0	60,1	65,8	75,7	85,9	83,7	82,5	64,8	78,6
26	66,8	84,21	81,1	87,6	81,5	93,8	76,3	84,5	33,3	61,7	82,6	100,1	53,2	59,6	70,1	74,8	43,9	61,6	69,5	76,2	90,5	103,7	69,3	72,1	59,3	66,1	73,1	86,3	83,2	82,2	64,3	78,5
27	66,5	83,49	80,7	88,6	80,6	94,0	75,8	83,8	33,6	61,7	81,3	99,2	52,9	59,4	69,7	74,5	44,5	62,0	68,9	76,0	89,9	104,0	69,3	71,9	59,1	65,6	75,0	85,5	83,3	82,3	64,0	78,0
28	66,3	83,29	80,5	87,3	80,7	93,5	75,2	83,6	33,1	61,6	80,9	99,0	52,1	59,2	69,8	74,3	44,4	61,8	68,9	75,5	89,8	104,1	68,8	71,4	59,6	65,1	72,7	85,2	83,1	82,0	63,6	77,3
29	66,1	82,78	80,5	87,5	80,2	93,0	75,0	83,8	32,6	61,1	80,7	97,8	52,6	58,8	69,4	73,8	43,7	61,6	68,6	75,5	89,7	103,4	69,0	71,7	59,8	65,5	72,7	85,0	82,8	81,5	62,0	76,6
30	66,2	82,18	80,1	87,8	80,0	93,3	74,9	82,8	32,2	60,8	79,9	97,2	52,3	58,8	68,6	73,0	43,3	61,1	68,4	74,9	90,0	103,3	68,8	71,4	59,2	64,4	72,3	84,8	82,5	81,5	61,9	76,3
31	64,5	81,76	79,9	86,4	79,9	92,7	74,0	82,2	31,3	60,9	80,0	97,5	52,0	58,4	67,9	73,0	42,9	60,9	68,1	75,0	90,5	102,9	68,3	72,1	58,7	64,3	74,1	84,7	82,2	81,2	61,8	76,4
32	65,1	81,23	79,5	86,5	79,7	93,3	76,2	81,4	31,4	60,5	79,3	97,0	51,4	58,0	68,8	72,6	42,6	59,3	66,7	74,7	90,3	103,4	67,7	72,2	58,8	63,8	73,8	83,8	82,2	80,9	62,0	76,0
33	64,5	81,38	79,5	86,5	79,6	93,8	73,9	81,3	31,5	60,1	78,6	96,5	50,9	57,5	68,1	72,1	43,2	61,2	66,5	74,7	90,1	103,0	67,5	70,6	58,6	66,0	74,6	83,5	82,2	80,9	61,8	75,9
34	66,2	80,81	79,3	86,2	79,3	93,2	74,6	81,7	30,9	60,0	78,8	96,8	50,6	59,1	66,8	72,1	42,9	61,1	67,7	74,7	89,9	102,6	67,7	71,8	58,0	64,3	72,5	83,6	81,8	80,8	61,6	74,7
35	64,1	79,92	79,1	85,4	79,2	93,2	72,6	81,4	32,1	59,9	78,6	97,8	50,6	57,3	66,8	71,9	42,9	60,7	67,6	74,4	89,7	102,6	67,5	72,2	58,8	63,4	76,3	84,3	81,8	80,4	61,4	75,4
36	63,7	80,05	78,6	84,8	78,9	92,0	72,2	81,7	32,1	59,5	78,4	96,7	50,3	57,0	65,7	71,7	42,8	60,8	66,5	74,4	89,6	103,0	67,3	71,2	58,6	63,0	73,1	83,5	81,6	80,6	61,0	74,8
37	63,8	79,98	78,3	87,4	78,9	92,0	72,0	81,3	31,7	59,3	77,8	96,3	49,4	57,0	65,2	71,2	42,5	60,6	66,1	73,9	89,5	103,0	67,3	70,7	58,6	62,4	74,0	83,4	81,2	80,4	61,1	74,5
38	63,0	79,74	77,9	86,7	78,5	91,9	71,7	80,7	30,5	59,2	77,6	96,4	50,0	57,4	66,9	70,7	41,8	60,5	67,1	73,9	89,6	103,0	66,9	70,2	58,2	63,4	73,9	82,9	81,0	80,1	61,3	73,9
39	64,1	79,31	77,6	86,4	78,6	92,0	70,6	80,3	30,1	58,9	77,6	96,4	48,9	56,6	64,7	70,3	41,7	60,3	65,4	73,7	89,6	102,3	66,9	69,5	58,							

46	63,0	77,6	76,8	82,2	77,0	91,5	69,9	77,6	30,4	57,2	75,5	95,0	46,8	55,3	63,9	68,8	41,4	60,2	66,6	72,4	89,3	101,5	65,8	67,9	57,4	60,3	72,5	81,8	80,3	78,8	59,5	72,0
47	62,3	77,18	76,3	82,3	77,3	90,8	69,3	77,1	28,6	57,0	76,2	94,3	46,9	55,5	63,3	68,2	41,6	59,8	66,2	72,2	89,0	101,9	65,7	70,6	57,3	60,5	72,6	81,5	80,1	78,6	59,4	72,6
48	61,9	77,05	76,3	82,2	77,2	91,5	68,7	77,5	28,8	56,9	75,4	94,0	47,0	55,2	64,0	68,2	41,6	59,9	66,3	72,6	89,1	101,6	65,3	67,2	56,8	60,7	72,8	81,2	79,9	78,6	60,0	71,5
49	62,0	76,79	75,7	82,5	76,7	91,3	68,7	77,2	30,1	56,9	75,3	93,8	46,6	55,5	63,7	67,4	41,7	59,6	66,3	73,0	89,1	101,4	65,4	70,3	57,1	60,8	73,0	80,9	80,2	78,4	59,6	73,4
50	62,0	76,59	75,8	82,3	76,5	90,5	68,9	76,8	29,3	56,5	75,3	93,7	46,5	55,1	63,8	67,6	40,1	59,5	66,5	72,1	88,9	101,4	65,3	68,9	56,8	60,3	72,8	80,8	80,2	78,3	59,2	73,3
51	61,9	76,43	75,8	82,0	77,0	90,5	68,1	76,9	30,0	56,5	75,0	93,5	46,1	55,0	63,5	67,9	41,4	59,6	66,5	71,9	89,4	101,1	65,0	67,0	56,6	60,2	72,8	81,3	79,8	78,1	59,4	72,6
52	61,8	76,15	75,5	82,1	76,4	90,5	67,8	76,1	28,3	56,4	74,9	93,0	46,0	54,6	63,3	68,0	41,3	59,6	66,3	71,7	89,1	101,5	66,3	69,3	56,7	60,3	74,2	81,3	79,9	78,2	60,2	69,8
53	60,5	76,23	75,4	81,6	76,1	90,3	67,6	75,7	28,7	55,9	74,9	92,8	45,6	54,7	63,4	67,6	41,3	59,5	66,3	72,5	88,7	101,4	65,7	68,6	56,8	59,9	74,3	81,1	80,0	78,0	59,1	70,9
54	60,9	76,27	75,1	81,2	75,9	89,6	67,6	75,7	28,8	55,5	74,7	92,6	45,3	54,6	60,8	67,1	41,3	60,7	66,3	71,5	88,6	101,0	65,5	66,5	56,4	59,4	74,1	80,7	79,8	77,9	59,0	70,2
55	61,6	75,55	74,3	81,5	75,8	89,5	67,2	75,6	28,4	55,2	74,3	92,7	45,6	54,8	61,7	67,0	41,0	60,5	66,2	73,5	88,8	100,4	65,7	69,7	56,7	59,5	73,7	80,7	79,7	77,8	60,5	70,1
56	61,7	75,57	74,2	81,3	75,7	89,5	66,7	75,4	28,8	55,2	74,0	92,3	45,1	54,2	62,5	66,7	41,1	60,7	66,1	72,1	88,5	100,5	65,9	68,4	56,3	59,5	73,7	80,7	79,4	77,6	58,7	69,5
57	62,1	75,23	74,1	81,1	75,7	89,0	66,5	75,6	29,1	55,6	72,1	92,4	45,2	54,3	60,6	66,9	40,6	60,6	64,8	72,7	88,3	100,0	64,2	68,0	56,4	59,1	73,5	81,0	79,6	77,1	59,5	69,5
58	62,1	75,28	73,5	80,7	75,7	89,0	66,5	75,2	28,9	56,0	71,9	93,1	44,9	54,2	60,4	66,6	41,0	59,6	64,5	73,2	88,5	100,4	64,5	66,8	56,5	59,4	73,5	80,6	79,2	77,0	58,8	69,7
59	61,4	74,81	73,3	80,6	75,4	89,0	66,0	74,5	30,4	55,0	73,5	92,5	44,6	54,0	60,2	66,9	39,4	59,7	65,9	73,7	88,5	100,3	65,5	69,7	56,1	59,8	75,4	80,6	79,3	77,1	59,5	69,3
60	59,3	74,84	73,4	81,1	75,3	88,8	65,8	74,4	30,6	55,8	73,5	92,0	44,4	53,9	60,3	66,6	40,9	61,4	65,9	73,0	88,4	100,5	64,3	68,1	56,1	59,3	75,2	80,6	79,4	77,0	59,2	69,6
61	61,4	74,77	73,0	82,5	75,3	88,9	65,8	74,4	29,9	55,3	72,1	92,1	44,4	56,3	59,3	66,0	40,7	63,5	65,6	73,1	87,9	100,8	63,9	67,4	56,3	59,4	75,4	81,0	79,2	77,3	59,1	68,9
62	61,0	74,48	72,9	82,3	75,4	88,8	65,6	74,2	30,0	55,5	73,3	91,6	44,5	54,9	60,6	65,7	39,6	63,8	65,6	71,7	87,8	100,4	63,9	66,0	56,3	58,4	75,4	81,0	79,4	76,8	58,1	68,6
63	60,7	74,32	72,7	82,1	75,3	89,2	65,6	74,4	30,4	54,9	73,1	91,8	44,5	54,3	59,5	65,8	38,8	63,9	65,5	72,7	88,5	100,6	65,2	67,5	55,8	57,0	75,3	80,6	79,2	77,3	57,8	68,6
64	61,0	74,24	72,5	82,0	75,0	89,0	66,1	73,9	30,1	55,4	71,7	91,5	44,2	54,0	58,6	64,9	39,1	63,4	65,5	72,7	88,1	100,7	63,8	69,6	55,9	57,6	75,2	81,7	79,3	77,4	57,8	68,6
65	61,2	74,37	72,5	82,2	74,7	88,4	65,9	74,0	30,2	55,3	71,7	91,4	43,4	54,3	58,6	65,1	40,5	63,6	65,2	72,4	87,9	100,4	64,0	67,5	55,9	56,5	74,7	81,7	79,2	77,4	58,6	68,7
66	62,5	73,88	72,8	81,8	74,9	87,4	65,9	73,6	29,9	55,4	71,5	91,3	43,2	54,7	57,9	64,8	38,8	63,0	65,4	72,9	88,0	100,5	63,8	68,8	55,7	56,4	74,8	82,2	79,1	77,3	58,9	68,3
67	60,5	74,02	72,6	81,6	74,5	88,0	65,9	73,4	29,5	55,1	74,2	90,8	43,4	54,1	58,8	65,3	39,5	63,4	65,5	72,8	87,9	99,7	65,3	68,5	55,5	56,4	75,6	82,0	79,0	77,1	58,7	68,2
68	60,2	73,88	73,2	82,1	75,1	88,2	65,6	73,6	29,5	53,4	71,3	90,2	43,6	53,8	58,9	65,3	38,6	63,3	65,5	73,0	87,0	100,0	65,2	68,3	55,8	56,4	75,7	81,3	78,9	77,1	58,7	68,0
69	60,4	73,76	72,6	82,0	75,0	87,9	65,4	74,3	29,2	54,4	71,0	90,5	44,1	54,1	58,4	65,5	38,9	65,4	65,2	73,0	88,0	100,2	65,2	67,7	55,4	56,2	75,9	81,6	78,7	77,1	58,4	68,0
70	60,3	73,5	72,1	82,3	74,7	87,9	65,2	73,9	29,8	53,2	71,4	90,2	43,7	54,3	57,9	65,2	38,6	65,3	65,3	72,5	87,8	100,0	64,8	67,5	55,4	56,4	75,7	81,9	78,7	76,9	58,4	67,8
71	60,1	73,56	72,4	81,6	74,7	86,7	64,8	73,3	29,1	52,9	71,4	93,8	42,9	53,8	58,8	64,6	39,0	62,2	65,1	69,7	87,6	99,9	65,7	68,1	55,1	56,5	76,3	82,9	78,8	76,8	58,0	67,4
72	60,1	73,21	72,5	81,6	74,8	86,4	65,1	72,9	29,3	52,9	71,1	92,7	43,6	53,7	57,2	64,3	39,2	64,8	65,9	69,5	87,6	99,7	65,3	67,3	55,2	56,6	75,1	82,5	78,7	76,9	57,4	67,4
73	61,0	73,12	71,9	81,6	74,5	85,5	67,1	73,2	29,2	54,3	71,0	92,1	43,0	53,7	58,2	64,7	38,6	64,8	65,7	65,8	87,7	99,6	65,3	67,9	55,2	56,2	75,0	83,3	78,6	76,5	57,9	67,7
74	60,0	72,93	71,8	81,1	74,5	86,7	66,2	73,0	29,0	52,3	70,8	92,5	43,6	52,7	58,3	64,6	38,7	64,9	65,6	65,6	87,5	99,9	64,5	70,7	54,5	56,0	74,6	83,3	78,9	76,6	58,5	67,4
75	59,7	72,61	71,6	81,1	74,2	86,2	66,4	72,6	29,2	52,5	70,9	93,2	42,5	53,4	56,7	64,5	37,8	62,3	65,6	65,9	87,9	99,5	64,5	68,5	54,7	56,0	78,7	86,4	78,7	76,3	58,3	67,6
76	60,4	72,66	71,7	81,1	74,1	85,8	66,6	72,8	29,1	52,2	70,5	92,7	42,4	53,6	57,6	64,6	38,4	61,7	65,6	66,6	87,8	99,4	64,5	67,4	54,1	55,8	77,6	86,3	78,5	76,2	58,4	68,9
77	59,6	72,29	71,5	80,8	74,0	85,7	65,2	75,5	28,8	52,3	70,5	92,7	42,3	53,3	57,5	64,1	38,5	61,8	67,3	65,4	87,9	99,5	64,6	67,3	55,5	55,3	90,1	86,2	78,5	76,3	58,5	69,2
78	59,6	72,1	73,1	80,8	74,0	85,5	64,3	75,3	28,8	52,1	70,5	92,9	42,8	53,3	57,6	64,1	38,2	64,8	67,0	65,3	87,8	99,5	64,6	68,3	53,8	55,9	90,8	86,6	78,5	76,2	58,4	69,1
79	59,5	71,87	72,7	80,6	74,3	85,2	66,2	74,7	28,5	52,2	70,3	92,3	42,8	53,0	56,6	63,9	37,9	62,8	67,1	65,5	87,7	99,5	64,5	68,0	54,8	55,0	90,5	86,4	78,4	76,3	58,1	68,6
80	59,8	71,88	72,5	80,8	74,3	85,2	64,5	76,5	29,0	52,0	70,3	92,3	43,2	53,0	56,4	62,8	38,0	64,2	66,9	66,6	87,7	99,6	64,4	68,0	54,9	55,0	90,2	86,6	78,4	76,1	58,2	68,2
81	58,8	71,67	72,4	80,5	74,2	85,5	64,1	76,3	28,6	52,1	71,5	92,3	42,7	53,0	56,8	64,5	38,5	61,7	66,9	64,9	87,2	99,9	64,6	67,3	55,1	55,0	88,4	86,2	78,4	76,0	58,0	68,2
82	59,1	71,38	72,5	80,3	74,3	85,2	66,2	75,6	28,3	51,7	71,5	92,4	43,2	53,2	55,8	64,6	38,9	64,2	65,0	65,1	87,6	99,3	64,9	67,2	55,0	54,6	88,4	85,5	78,3	76,0	58,0	67,7
83	59,0	71,4	71,8	82,4	73,8	84,8	65,8	75,7	28,4	53,6	70,1	91,7	42,9	52,4	56,2	63,6	38,2	63,9	64,9	62,9	87,9	99,6	64,3	66,9	55,0	55,0	89,8	85,1	78,1	76,0	58,3	67,8
84	59,0	71,03	71,6	80,3	73,9	84,4	65,7	75,9	28,1	51,5	69,7	91,6	43,0	52,7	55,9	64,2	38,3	64,0	65,1	61,8	87,5	98,3	64,0	67,4	53,9	55,7	88,6	86,5	78,4	75,9	58,9	67,6
85	58,9	71,08	71,4	80,4	73,8	84,2	66,8	74,9	28,1	51,7	69,8	91,7	43,1	51,8	57,0	62,9	38,0	63,8	65,2	61,7	87,3	98,4	63,9	66,3	55,2	55,6	89,1	86,3	78,2	76,0	58,8	67,9
86	59,9	71,08	71,8	80,2	73,1	84,6	65,2	75,3	28,2	51,6	69,5	90,8	43,1	51,8	56,3	62,2	39,5	63,6	65,1	63,5	87											

95	58,0	69,65	70,3	80,0	73,9	83,6	65,4	75,6	27,2	50,7	69,1	90,5	41,0	51,1	55,0	63,7	38,7	63,9	64,9	62,1	87,3	97,9	64,3	69,5	54,8	53,7	87,6	85,6	77,0	76,3	57,9	66,8
96	59,0	69,73	70,8	79,9	74,1	82,9	65,0	75,3	27,2	51,0	69,2	90,2	41,5	51,0	55,2	63,2	38,8	63,5	61,6	61,0	87,3	98,4	63,1	69,8	55,1	57,7	87,3		77,1	76,4	57,7	66,6
97	57,8	69,54	71,0	80,7	74,2	82,2	64,8	75,5	27,9	50,8	69,0	90,9	41,1	50,6	54,1	60,7	39,1	63,3	65,8	63,3	86,1	98,3	64,1	68,6	54,4	54,0	84,6		77,0	76,6	57,6	66,6
98	57,8	69,53	71,2	83,1	73,7	82,9	65,9	75,1	28,3	50,5	69,0	90,5	41,2	50,9	54,3	64,1	39,0	63,4	65,8	64,3	86,2	98,2	63,4	69,0	54,5	53,7	84,6		76,8	76,4	56,7	66,5
99	57,9	69,39	71,1	82,9	73,7	82,8	65,8	74,8	27,5	52,3	69,0	90,6	41,2	50,7	54,4	61,0	39,0	63,4	65,7	63,8	86,0	97,8	63,6	66,6	54,2	53,5	84,5		76,7	74,7	55,9	66,0
100	57,6	69,25	71,2	82,5	73,4	82,4	64,9	74,4	28,4	50,6	68,8	90,5	42,0	50,5	54,1	63,6	39,1	63,4	65,9	63,2	86,4	97,4	64,5	66,5	53,8	54,2	84,3		77,3	74,6	55,9	66,1
101	57,8	69,18	71,2	88,2	73,1	82,4	65,0	74,5	27,7	50,4	68,8	88,3	41,2	51,5	53,9	62,2	39,0	63,6	65,8		88,0	97,7	64,4	63,1	54,6	53,1	86,0		77,3	74,6	56,8	65,9
102	56,9	69,18	71,2	88,2	73,4	88,7	64,9	74,3	27,2	50,4	68,7	90,3	41,3	50,4	53,3	61,7	39,5	64,0	65,6		87,6	97,9	64,5	63,4	54,5	53,0	85,6		78,3	74,6	57,1	66,2
103	56,9	69,12	71,0	88,0	73,2	88,7	65,2	74,7	27,9	50,5	68,7	90,1	40,9	56,4	54,2	61,1	39,3	63,5	65,9		88,0	97,4	64,6	63,3	53,7	53,8	85,6		78,0	74,4	58,5	66,1
104	56,7	69,12	69,4	88,0	73,2	88,0	62,7	74,3	29,3	53,6	68,5	89,3	40,8	50,8	53,5	60,9	39,5	63,7	59,7		87,7	97,6	64,5	62,9	53,4	54,1	85,2		79,8	74,5	59,3	66,5
105	55,8	68,81	69,4	88,1	73,3	88,2	62,2	73,9	28,0	50,4	68,7	90,2	40,8	50,6	54,0	60,9	39,3	63,8	59,4		88,0	97,7	64,5	60,0	54,7	54,6	84,0		79,4	74,6	59,1	66,3
106	55,5	68,58	69,1	88,2	72,8	88,9	62,4	74,0	27,7	50,5	68,7	88,3	40,9	50,4	53,7	61,4	39,9	63,5	59,6		87,9	97,7	64,6	60,2	53,3	53,9	83,8		79,4	74,4	59,1	66,4
107	55,0	68,63	69,2	87,5	73,3	88,4	62,2	73,8	27,4	50,5	68,5	90,1	41,0	50,4	53,4	62,3	41,2	63,6	59,7		87,8	97,5	64,4	59,7	53,2	52,7	82,2		79,5	75,0	59,0	66,3
108	54,8	68,53	68,3	86,3	73,1	88,1	61,9	73,7	27,5	50,4	68,6	89,4	40,5	50,3	53,4	61,9	40,1	63,7	60,0		87,9	97,3	64,6	57,9	54,6	54,5	82,0		79,4	75,1	58,9	66,2
109	54,6	68,38	68,6	86,9	72,8	88,5	61,6	73,7	27,5	50,5	69,3	90,2	39,9	50,2	54,5	63,8	40,0	63,4	59,5		87,7	97,3	64,6	58,0	54,6	53,6	83,6		79,3	75,0	58,7	66,1
110	54,7	68,53	68,4	87,2	73,0	88,8	62,0	73,9	27,9	50,5	69,4	89,6	40,2	50,7	54,7	61,5	40,1	63,2			87,9	97,0	64,4	57,7	54,6	53,9	81,9		79,0	74,6	59,0	65,9
111	55,1	68,94	68,5	87,8	72,9	88,4	61,9	73,9	27,5	50,5	69,2	88,3	40,1	50,9	54,7	61,6	39,9	63,2			88,1	97,6	64,5	57,5	54,3	53,7	81,9		79,0	75,0	61,8	65,8
112	54,5	68,17	68,5	87,8	71,5	88,3	61,7	73,6	27,6	50,3	69,4	89,8	39,9	50,0	54,4	61,0	40,6	63,3			86,7	97,2	64,6	57,4	53,7	54,0	84,9		77,6	74,8	61,8	68,2
113	53,5	68,98	68,3	88,0	71,5	88,1	61,6	73,3	27,6	50,4	69,1	89,8	41,8	50,5	54,2	61,1	40,1	63,1			86,4	98,1	64,1	57,0	53,3	53,3	84,9		77,6	74,7	61,8	66,7
114	54,3	69,23	68,2	87,5	71,8	88,1	61,3	73,2	28,1	50,4	68,3	87,8	42,2	50,1	53,9	60,3	39,8	62,9			86,5	98,0	64,6	57,9	53,1	53,2	84,7		77,8	74,7	61,4	66,6
115	54,3	68,89	68,3	87,8	71,5	88,2	61,1	73,0	28,0	50,2	68,2	89,6	41,6	50,1	54,0	61,1	39,9	62,9			86,5	100,3	64,5	57,9	53,3	52,3	84,7		77,3	76,8	61,2	66,3
116	53,5	68,59	68,2	87,1	71,4	87,8	60,1	73,3	26,8	50,3	70,1	89,5	41,6	49,9	53,2	61,9	40,6	63,4			86,2	99,6	64,4	58,5	53,1	53,3	84,6		77,3	76,7	60,7	66,5
117	53,6	68,64	67,9	87,5	71,4	87,6	60,6	73,3	27,9	50,9	68,1	88,7	41,9	49,8	54,0	62,8	39,8	63,0			85,8	99,2	64,7	57,6	52,9	53,1	84,4		77,5	76,7	60,7	67,6
118	52,7	68,44	67,6	87,3	68,1	88,1	58,7	74,7	28,2	50,0	67,6	87,1	42,3	49,8	53,7	62,5	40,3	62,6			85,9	97,6	64,7	58,3	53,1	53,5	83,2		77,3	76,1	63,6	67,5
119	53,4	68,27	68,0	87,5	69,0	88,0	57,5	74,4	27,5	50,8	67,9	87,3	41,3	49,8	53,3	62,6	40,3	62,4			86,0	97,6	64,3	58,9	53,3	54,0	83,1		77,2	76,6	63,5	67,5
120	53,5	68,79	67,7	86,8	70,4	87,5	57,9	74,4	27,9	49,7	68,0	87,2	41,8	49,8	53,4	62,7	40,0	62,8			86,1	101,3	64,1	58,3	52,8	53,6	82,9		77,1	76,3	63,2	64,3
121	53,8	68,71	59,8	86,8	70,6	86,9	58,0	71,6	27,6	49,9	68,6	89,2	41,2	49,7	52,2	62,5	39,8	62,9			85,8	101,3	64,1	57,1	53,4	54,6	82,9		75,9	76,1	63,3	64,3
122	53,7	68,75	59,2	87,2	70,4	87,6	58,3	71,4	30,4	50,0	69,1	88,5	41,3	49,8	52,7	61,7	40,3	62,5			85,9	100,7	64,2	57,1	53,4	54,1	82,8		76,0	76,0	63,0	69,1
123	52,6	69,03	58,8	87,1	70,3	87,5	57,9	71,3	27,2	49,5	69,0	86,8	41,2	49,7	50,9	63,9	39,8	62,3			85,9	101,3	64,3	57,3	53,2	53,6	82,7		75,8	76,0	62,9	68,6
124	53,1	69,25	59,0	87,1	68,5	87,5	58,3	71,2	29,7	49,6	69,4	87,1	40,8	49,5	52,3	62,2	40,0	62,2			85,9	100,5	64,2	57,0	50,7	54,0	82,6		75,7	76,5	62,7	67,3
125	52,9	69,33	58,9	87,3	68,8	87,8	57,6	70,9	27,5	49,5	69,2	86,3	41,7	49,4	51,8	61,7	39,6	62,2			85,8	100,7	64,3	56,6	51,3	53,7	82,6		75,8	76,5	62,8	67,4
126	53,1	68,83	58,8	86,6	66,9	87,0	58,1	70,9	27,6	49,3	69,6	86,8	41,2	49,3	51,2	62,0	39,0	62,3			85,8	100,8	64,1	56,5	51,2	53,0	82,4		76,5	76,5	62,4	67,3
127	52,9	70,03	58,5	86,6	68,6	86,9	58,7	70,6	28,9	49,4	69,2	85,9	41,1	49,4	52,0	62,5	38,6	60,9			85,8	100,8	64,0	57,2	51,2	53,1	82,3		76,8	76,5	62,1	67,5
128	53,5	70,29	58,6	83,5	68,4	87,1	57,4	70,9	26,6	49,5	69,2	86,8	41,1	49,4	51,4	62,2	39,1	62,6			85,8	100,8	64,0	56,8	50,9	52,8	80,9		76,5	76,4		67,1
129	53,1	69,54	62,6	83,2	68,6	87,1	58,0	70,7	27,8	49,6	69,2	86,4	41,0	49,2	51,7	62,3	38,6	62,0			86,2	101,0	64,0	57,0	50,9	53,0	80,7		76,2	76,4		67,0
130	52,2	69,57	62,3	84,1	68,2	87,0	60,1	70,9	26,7	49,2	69,1	86,7	41,2	49,3	51,4	62,1	38,4	61,5			85,8	101,4	63,9	56,6	50,8	52,9	80,9		76,3	76,4		66,9
131	51,5	69,21	62,0	82,6	68,5	86,8	58,8	70,8	26,8	49,2	68,9	86,1	40,8	49,1	51,9	62,2	38,5	62,0			85,7	97,3	64,0	57,4	50,8	52,3	80,7		75,8	76,5		66,6
132	52,3	69,21	61,9	81,7	68,6	86,3	59,1	70,8	29,6	49,2	69,0	86,5	41,8	49,3	51,4	61,9	38,5	60,7			86,0	97,8	63,7	55,8	50,9	53,2	80,6		75,5	76,3		66,4
133	53,5	69,27	61,7	82,0	68,7	86,7	58,5	70,6	26,2	49,1	68,9	86,6	40,7	49,1	50,4	62,2	38,3	65,2			85,7	98,1	63,9	56,5	51,2	53,3	80,8		75,8	76,3		65,7
134	54,2	69,14	61,6	82,0	68,0	86,8	59,2	70,9	29,1	48,7	68,6	86,2	40,9	49,0	51,0	61,7	39,3	65,0			86,2	98,0	63,8	55,8	50,6	52,9	80,4		75,7	76,3		66,7
135	54,0	69,12	61,4	82,5	67,3	86,6	59,5	71,1	30,5	48,7	69,1	87,3	41,5	49,2	50,3	61,5	39,5	64,5			85,9	97,7	63,9	55,8	50,7	52,4	80,4		75,6	76,0		66,9
136	52,9	69	61,3	80,9	67,3	86,8	58,8	71,1	26,8	48,6	69,0	87,7	40,4	49,0	50,0	61,3	40,0	64,8			85,4	98,1	63,6	56,1	50,6	53,0	80,4		75,5	76,1		66,8
137	52,6	68,7	61,6	81,0	66,8	86,4	57,3	70,0	27,0	48,8	69,3	87,3	40,6	49,0</																		

144	52,3	68,66	61,7	81,6	58,0	86,4	64,6	69,4	27,5	49,4	68,7	87,9	40,3	48,7	49,7	61,2	38,6	60,7				83,9	97,0	63,3	56,2	49,1	58,9	81,4		74,6	75,9		66,9
145	50,9	68,58	61,6	80,6	62,7	85,8	73,1	69,3	28,2	49,3	68,9	88,0	40,1	48,6	50,8	59,8	37,9	60,6				83,7	97,6	63,3	56,0	49,0	60,0	81,3		74,5	77,0		66,8
146	50,5	68,44	61,6	80,7	57,8	86,2	72,4	69,2	27,0	48,5	68,9	88,1	40,4	48,7	50,4	59,3	38,3	59,8				83,7	97,4	62,9	55,7	49,4	59,8	81,1		75,0	77,0		66,7
147	51,9	68	61,5	81,1	51,8	85,7	72,6	69,2	27,3	48,9	68,8	87,8	40,0	49,0	50,8	60,5	38,1	64,7				83,9	96,8	63,2	55,6	49,1	59,5	81,1		74,9	76,9		66,7
148	52,1	67,73	61,3	80,8	52,0	85,8	72,6	69,3	26,6	48,9	68,7	88,0	40,3	49,0	50,6	61,1	38,0	59,9				83,7	97,2	61,8	55,4	49,1	59,5	81,1		74,9	76,8		66,5
149	52,6	67,51	61,1	80,2	55,3	85,8	72,4	69,1	26,4	49,0	68,6	87,5	40,3	48,3	49,4	60,5	38,2	63,9				83,7	91,3	61,9	63,8	49,3	59,5	81,0		74,8	76,1		64,9
150	51,4	67,66	61,1	80,2	55,2	85,3	72,2	68,7	27,3	48,5	68,5	87,5	40,3	48,6	50,0	60,7	38,3	59,3				83,6	91,8	61,9	64,5	49,1	59,5	81,0		75,2	78,1		64,7
151	50,5	67,56	61,0	80,2	55,4	82,8	72,0	68,7	28,0	48,1	68,6	87,7	40,1	48,3	49,6	60,9	37,9	59,7				83,9	91,2	61,8	63,8	49,3	59,4	81,1		75,2	77,7		66,6
152	51,4	67,44	62,2	79,0	55,7	83,5	71,5	68,5	27,4	47,4	68,9	87,5	40,3	48,6	49,8	60,5	37,5	59,5				83,2	91,5	61,8	64,1	49,1	59,1	81,8		79,1	77,6		66,6
153	51,6	67,33	60,8	78,3	55,4	81,8	71,9	68,3	26,9	49,4	70,8	87,4	39,8	48,3	48,5	59,9	44,0	60,2				83,6	91,7	61,9	64,7	49,0	59,3	82,0		79,1	77,6		66,5
154	49,3	67,26	60,7	79,8	55,3	82,5	71,8	69,3	26,6	47,5	70,9	87,5	39,8	48,2	49,2	60,1	37,9	61,2				83,8	91,1	61,6	64,3	48,6	59,1	80,6		79,1	77,6		66,5
155	47,5	67,19	60,7	80,0	55,4	82,2	71,5	69,4	27,1	47,6	70,9	87,1	40,1	48,3	49,6	59,8	38,3	60,2				83,7	91,2	61,7	64,2	48,8	59,7	79,8		79,5	77,6		64,7
156	48,3	67,16	60,9	78,7	55,6	83,0	70,3	69,0	26,9	48,9	70,7	87,0	39,9	48,3	47,7	60,1	37,6	59,9				83,9	90,8	61,6	63,7	48,7	59,1	79,4		78,6	77,5		66,5
157	48,2	67,04	60,5	81,8	55,4	82,5	71,0	69,1	26,6	47,5	71,3	87,1	39,7	48,2	48,9	60,7	38,2	61,2				84,0	91,1	61,6	63,7	48,6	59,1	79,3		78,4	77,4		66,7
158	48,9	66,99	60,5	82,2	55,2	82,6	71,5	68,7	26,5	48,3	69,0	87,2	39,6	48,1	49,3	60,4	38,2	59,9				83,7	91,3	60,6	63,5	49,0	59,0	79,1		78,7	77,4		64,5
159	49,4	66,8	60,3	82,0	55,5	83,3	70,8	70,2	26,5	47,7	68,9	87,5	39,7	48,1	49,4	60,1	38,2	59,7				83,5	91,2	60,4	63,6	48,8	59,0	79,1		78,5	77,4		64,4
160	49,4	66,63	60,2	81,9	55,3	83,0	70,1	70,5	26,8	47,3	68,6	87,2	39,9	48,0	49,0	59,6	37,9	59,9				83,4	91,2	60,6	63,8	48,7	59,0	82,0		78,5	77,4		64,4
161	47,8	66,74	60,2	81,8	55,6	83,6	69,8	70,3	27,7	48,0	68,9	87,2	39,7	48,1	49,2	60,3	37,8	61,3				83,4	91,2	60,3	64,1	49,0	59,0	82,0		78,0	77,4		64,5
162	47,3	66,6	59,9	81,9	55,5	82,3	71,0	70,0	29,5	47,7	68,7	87,1	39,7	47,9	47,6	60,7	37,7	59,3				83,4	97,8	60,3	64,1	48,9	59,0			78,0	77,2		64,3
163	50,7	66,7	60,2	81,7	55,1	83,1	70,2	69,7	28,2	47,6	62,6	87,0	39,6	48,7	48,6	60,1	37,8	59,5				83,4	97,5	60,3	65,2	49,1	59,1			78,2	77,3		66,1
164	47,7	66,45	59,8	81,1	55,4	82,0	69,8	69,3	28,1	47,7	63,7	86,9	39,6	48,6	48,2	60,8	38,5	59,6				83,3	97,5	60,3	64,3	49,4	59,2			78,4	72,5		64,1
165	47,8	66,28	59,7	82,7	55,2	83,0	69,8	69,3	27,4	48,1	63,6	86,2	39,7	48,4	47,7	60,4	38,1	59,6				83,4	97,7	59,9	63,7	49,0	59,1			78,6	71,7		71,7
166	46,8	66,13	59,7	82,7	55,3	84,1	70,3	69,2	28,2	50,3	53,6	82,7	39,2	48,8	48,0	60,2	38,2	59,6				81,0	97,9	60,3	63,7	49,1	59,1			78,4	71,7		71,7
167	45,2	66,1	59,5	84,1	55,1	83,8	70,3	69,2	28,1	50,0	53,5	82,6	39,1	48,2	48,2	60,5	38,8	59,6				81,7	97,7	59,9	63,7	48,3	58,6			78,1	71,7		71,5
168	46,6	66,08	59,4	83,7	55,1	83,9	70,1	69,0	28,7	50,0	53,4	82,6	39,4	48,5	48,4	60,5	38,3	59,5				81,6	97,7	60,0	63,8	44,5	58,8			78,3	71,7		71,9
169	45,0	66,2	59,6	83,7	55,2	83,7	69,9	68,7	28,5	50,0	53,3	83,0	39,2	48,4	47,7	60,1	36,4	59,6				81,7	97,9	60,0	63,1	44,4	58,5			78,3	71,6		71,8
170	46,5	65,95	59,6	83,5	55,2	83,9	69,0	69,7	26,7	49,8	53,4	83,0	39,2	48,1	48,1	60,2	36,5	80,9				81,4	97,9	59,7	63,5	48,1	58,3			78,2	71,6		71,7
171	43,9	65,86	59,2	83,2	55,0	84,7	69,9	69,4	26,0	49,5	40,6	82,8	39,0	47,0	47,7	60,4	36,8	80,9				81,7	97,6	59,2		44,8	58,3			78,2	71,5		71,7
172	43,7	65,74	59,4	83,4	55,0	84,0	70,0	69,2	26,4	49,9	40,5	82,5	39,0	49,0	47,6	60,3	36,8	81,1				81,6	97,6	59,0		48,5	58,2			78,1	71,9		71,8
173	43,5	65,69	59,1	81,7	55,0	84,1	69,8	69,1	26,5	49,8	40,5	83,1	39,0	47,3	47,1	60,1	36,8	80,7				81,2	97,8	59,0		44,7	58,3			78,2	72,3		71,5
174	43,8	65,75	59,2	81,9	54,8	92,2	69,8	69,2	27,0	50,8	40,5	82,3	38,9	49,0	48,8	60,5	36,8	81,3				81,1	97,6	59,0		44,2	58,3			78,1	72,0		71,4
175	43,6	65,7	58,9	81,8	55,0	92,2	69,7	69,0	26,9	48,0	40,4	82,9	39,4	48,9	47,1	62,0	37,4	81,3				81,1	97,8	59,0		42,4	58,1			78,1	71,9		71,3
176	45,2	65,5	58,9	81,6	54,8	92,2	69,6	67,9	25,6	48,2	40,5	82,9	38,6	48,9	47,4	60,4	36,8	80,8				81,2	97,6	59,0		42,5	58,1			78,0	71,8		71,5
177	43,6	65,69	58,9	81,8	54,7	92,0	69,4	69,0	27,3	47,4	40,5	82,7	40,0	48,2	48,3	60,1	37,1	81,2				81,2	96,7	59,1		42,1	58,1			77,8	71,8		71,4
178	43,9	68,54	58,9	84,2	55,2	92,6	69,4	68,9	26,0	47,9	40,5	82,9	39,8	47,4	46,6	60,0	36,8	81,3				79,4	96,8	59,0		42,4	44,5			77,8	72,2		71,3
179	43,6	68,37	58,8	83,8	54,9	92,2	69,3	68,6	26,8	48,0	40,5	81,1	39,4	47,9	49,2	61,7	36,7	81,2				79,9	98,3	59,0		42,7	44,2			77,7	71,8		71,1
180	44,8	66,83	60,4	81,1	55,5	91,8	69,2	68,6	27,8	50,3	40,5	81,3	39,2	47,9	47,5	61,3	37,6	81,1				79,8	96,9	59,2		50,3	44,2			77,7	72,2		71,2
181	43,4	69,98	60,1	81,0	54,4	91,8	73,8	68,2	25,9	50,1	40,4	80,9	39,0	48,2	49,6	61,9	37,6	82,2				79,9	96,7	58,8		42,6	45,0			77,4	72,1		71,4
182	41,3	72,78	60,2	81,0		91,8	73,7	68,0	24,8	50,0	40,5	81,3	38,8	48,2	46,8	63,8	37,6	82,3				79,7	98,2	58,9		33,6	45,4			77,7	70,6		70,9
183	44,8	72,63	60,2	80,9		91,6	73,8	67,9	24,8	50,3	40,4	81,2	38,8	49,2	49,0	63,6	37,6	80,0				79,5	98,0	58,9		32,9	45,1			77,3	70,5		70,8
184	44,8	72,58	60,0	81,0		90,5	73,8	68,5	25,0	50,1	40,4	81,0	39,0	47,7	48,6	63,6	37,4	81,2				79,6	97,6	58,9		33,8	45,1			77,4	70,5		71,1
185	41,7	73,87	60,1	81,0		92,8	73,8	68,5	24,2	49,9	40,3	80,6	38,2	47,7	48,2	63,3	34,0	80,6				79,6	97,5	59,0		33,5	45,1			77,3	70,4		70,9
186	42,1	75,1		80,7		92,8	73,7	67,9	24,9	47,0	40,3	79,3	38,1	44,6	48,2	63,5	33,7	80,6				79,5	97,5	58,8		32,9	45,3			77,5	70,4		71,0
187	42,1	73,73		80,7		91,5	72,9	67,7	24,2	47,2	40,3	79,2	38,0	46,1	47,5	63,3	33,6	80,5				79,1	97,3	59,0									

Anexo I

Ângulos de Contacto - Valores Médios
Cola 345

193	41,3	65,75	80,4	89,1	73,2	68,3	24,6	51,1	39,9	79,0	35,7	43,2	47,7	65,0	33,5	80,6	76,1	99,4	58,6	35,4	77,7	70,3	70,7
194	42,9	66,4	80,2	89,8	73,1	67,1	24,4	49,0	40,0	79,0	36,2	45,2	48,3	62,6	33,4	82,6	75,4	99,1	58,7	48,4	77,7	70,3	70,7
195	43,0	57,8	80,1	88,9	73,2	67,0	25,0	51,0	39,9	79,0	38,8	46,3	47,2	63,6	33,3	82,4	75,3	99,4	58,6	34,0	80,4	70,1	70,4
196	42,5	58,3	80,0	88,8	71,9	67,0	25,0	51,0	39,8	79,3	39,0	46,3	47,3	63,3	33,3	80,6	75,0	98,8	58,5	33,1	80,0	70,1	70,5
197	42,4	58,4	79,8	88,8	73,0	66,9	24,5	50,9	39,7	72,9	38,7	46,3	47,7	63,4	33,5	82,5	75,3		58,7	33,0	80,0	70,2	70,6
198	42,8	58,2	79,8	88,9	74,0	67,2	25,2	50,8	39,8	73,0	38,7	46,3	47,2	63,3	33,3	80,8	75,3		58,6	35,0	79,9	70,2	70,5
199	42,3		79,9	88,7	73,7	66,9	28,2	50,8	39,7	72,9	39,4	46,2	47,4	63,2	33,3	82,6	75,5		58,5	33,4	79,9	70,1	70,5
200	42,7		79,8	88,8	73,0	66,7	25,3	67,4	39,6	73,0	40,2	46,1	46,9	63,2	33,3	82,7	75,2		59,7	35,2	80,2	70,2	70,5

COLA 360																																
Tempo	PINHO								PINHO ARDIDO								EUCALIPTO								EUCALIPTO ARDIDO							
	Sem tratamento		Secagem excessiva		Extração água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extração água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extração água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extração água		Envelhecimento	
	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C		
1	107,3	104,7	120,0	121,0	112,8	112,0	116,6	120,8	72,2	87,2	115,7	120,9	92,1	89,2	114,0	103,4	92,6	90,1	105,5	103,4	101,1	113,5	105,9	110,1	88,5	90,3	103,9	109,6	108,4	120,2	105,4	108,7
2	102,2	98,4	110,8	114,2	107,7	110,8	113,5	112,7	65,6	80,1	109,4	115,8	86,8	85,3	102,6	99,8	81,4	82,6	90,8	94,7	102,8	109,1	92,7	98,7	84,1	83,1	98,3	104,8	107,4	113,4	96,7	104,3
3	94,5	94,3	106,4	111,0	104,3	110,4	104,6	108,5	61,1	78,2	105,6	115,1	80,1	81,8	97,0	93,9	77,7	79,0	89,0	89,2	95,4	106,8	87,4	93,3	79,5	79,5	94,0	100,2	103,8	109,5	91,7	98,8
4	90,4	91,1	103,7	108,5	102,2	108,2	101,9	106,0	57,0	74,1	102,7	111,4	77,4	80,6	93,2	90,6	74,8	76,3	85,8	86,0	93,9	105,3	84,5	90,5	76,4	78,9	90,9	96,3	102,0	105,6	88,2	96,4
5	89,2	89,3	101,8	106,9	100,6	106,9	98,2	103,4	55,5	72,3	100,5	110,0	75,4	78,9	89,9	88,0	72,8	74,5	83,8	83,0	92,9	103,6	81,9	87,9	74,0	74,6	89,6	94,9	99,2	103,4	85,4	90,6
6	85,4	87,3	100,2	105,6	99,1	105,5	97,2	100,4	53,1	71,1	99,8	108,8	74,3	76,7	87,9	86,5	72,1	72,5	82,9	81,3	91,9	102,8	79,9	85,9	73,3	73,0	87,3	92,4	97,8	102,5	83,4	91,2
7	84,0	85,4	97,9	103,7	98,0	105,4	94,7	99,1	51,8	69,6	97,8	107,1	72,7	75,7	86,9	85,3	70,8	71,0	81,2	79,9	90,8	101,9	78,8	84,5	72,8	71,4	86,0	90,8	96,3	101,0	81,8	92,0
8	82,1	83,9	98,2	101,7	97,4	104,8	93,2	98,0	50,4	68,9	97,0	106,6	71,4	74,4	84,2	84,5	69,9	71,2	79,8	78,3	90,1	101,8	77,7	83,1	71,6	70,5	84,7	90,1	95,3	99,5	80,0	90,3
9	81,3	83,3	96,4	102,0	96,9	104,0	92,3	96,3	49,6	67,7	95,2	105,9	70,6	74,0	82,3	83,3	68,9	70,2	79,5	77,1	89,5	101,2	76,9	82,7	70,6	69,3	84,2	88,6	94,2	98,2	79,5	88,3
10	81,6	82,6	95,8	101,2	95,7	103,6	90,5	94,5	48,5	66,6	94,6	105,1	69,8	73,8	80,2	82,5	68,1	69,7	78,3	76,4	89,3	100,3	75,9	81,5	68,7	68,8	82,7	87,7	92,9	96,5	78,7	87,4
11	78,6	84,0	95,2	99,9	95,0	102,3	89,8	95,0	47,8	66,7	93,6	106,0	69,4	73,1	79,0	81,5	67,4	69,4	77,6	75,3	88,7	100,1	75,0	80,8	68,8	68,6	82,5	86,8	92,2	96,0	77,7	87,0
12	77,4	81,5	94,6	99,6	94,4	103,0	89,0	92,0	47,3	65,4	92,3	104,9	68,4	72,7	77,4	80,7	67,4	67,7	77,2	74,4	88,9	100,0	74,8	80,1	67,4	68,4	81,3	85,9	91,6	95,6	76,5	84,9
13	77,0	81,1	93,6	98,3	94,1	102,5	88,4	90,0	45,9	64,6	91,6	104,1	68,0	72,9	79,3	80,3	66,6	67,2	76,6	73,9	88,0	98,2	73,9	79,7	66,5	64,1	80,5	84,9	90,6	95,2	76,0	83,3
14	76,5	79,5	93,1	97,8	94,1	102,1	87,5	89,6	45,5	64,3	90,8	102,7	67,1	71,9	74,7	79,0	65,9	67,2	76,0	72,8	87,7	98,0	73,0	79,0	65,8	67,3	79,4	84,0	89,3	94,8	75,4	83,4
15	75,5	80,9	92,2	97,0	93,5	102,0	86,2	88,1	44,7	64,0	89,8	102,1	67,5	72,2	75,3	78,1	65,6	66,8	75,4	72,3	87,6	97,8	73,0	78,6	64,6	66,6	79,0	83,5	89,1	94,3	74,6	82,7
16	74,8	80,2	91,7	96,7	92,7	101,2	85,1	90,1	44,8	63,5	90,7	102,4	66,2	70,5	73,1	77,9	65,2	66,6	75,1	71,8	88,3	97,8	72,5	78,4	64,5	66,1	78,3	82,7	88,7	94,5	74,5	81,9
17	73,9	80,3	90,6	95,9	92,5	100,9	84,2	88,6	43,4	63,2	90,1	103,1	65,8	70,5	72,6	77,3	64,5	66,5	74,2	71,3	88,4	98,0	72,2	78,1	63,6	65,8	77,5	82,1	88,5	94,3	73,8	81,5
18	75,2	79,3	90,6	95,5	92,4	101,2	83,3	86,3	43,3	63,3	88,0	102,4	66,6	70,3	71,2	76,8	64,6	66,1	73,5	70,5	87,4	96,8	71,6	77,6	63,5	65,4	77,5	81,3	88,0	93,6	73,3	81,2
19	73,2	77,5	89,9	94,9	91,8	100,8	82,5	85,5	42,4	62,9	87,0	102,5	66,4	69,9	71,5	77,0	64,2	65,7	72,9	70,0	88,0	96,3	71,5	77,4	63,3	65,1	76,8	80,9	87,3	93,3	72,7	81,2
20	73,7	76,9	89,5	94,3	91,6	100,6	82,1	84,6	41,5	62,2	86,8	100,7	65,6	69,2	70,2	75,8	63,6	65,3	73,1	69,7	87,3	95,7	71,4	77,0	63,4	64,6	76,0	80,4	86,7	93,3	72,7	80,3
21	71,7	76,9	88,8	93,8	91,1	100,7	81,0	83,8	41,2	62,5	87,6	101,7	64,9	69,1	70,8	76,7	63,7	65,0	72,4	69,1	87,6	95,8	70,5	76,5	62,1	64,6	75,5	80,0	86,2	93,2	72,0	80,6
22	71,2	75,8	87,3	93,5	91,0	100,4	80,7	84,9	40,7	62,4	87,1	100,0	64,7	68,3	70,7	76,9	63,2	65,2	72,4	69,0	87,0	95,6	70,0	76,3	62,2	64,3	75,1	79,7	86,4	93,6	71,9	80,1
23	70,9	78,3	88,3	93,1	90,6	99,5	80,1	84,7	40,2	62,2	84,9	99,6	63,6	68,3	69,8	75,8	62,8	64,7	72,1	68,4	85,6	95,0	69,5	76,2	61,0	63,9	75,5	79,2	85,6	92,7	71,5	79,9
24	70,2	74,1	87,5	93,0	90,4	100,4	79,0	84,1	40,2	61,9	85,0	100,0	63,5	68,1	67,4	76,2	62,3	64,6	71,9	68,0	85,6	95,0	69,3	75,7	61,3	63,7	74,6	79,0	85,1	93,0	71,2	80,4
25	69,4	74,8	87,1	92,6	89,6	100,2	78,5	83,7	39,1	61,4	84,5	100,0	63,1	68,0	68,2	73,6	62,3	64,8	71,4	67,9	84,9	94,9	68,9	75,6	61,5	63,5	74,0	78,2	85,3	92,4	71,1	79,2
26	70,9	75,3	86,1	92,5	89,2	99,8	78,0	86,4	38,8	60,9	83,9	99,8	63,1	67,7	69,5	73,8	61,8	64,7	71,1	67,7	84,8	94,7	68,6	75,3	60,0	63,4	76,1	78,2	84,6	92,3	70,6	78,7
27	68,5	75,0	86,5	92,0	89,5	99,3	77,6	85,8	41,3	60,7	83,9	98,4	62,5	67,8	68,0	73,5	62,1	64,3	70,7	67,4	84,8	94,6	68,4	75,3	60,7	63,2	75,4	77,8	84,3	92,0	70,6	78,4
28	68,2	75,2	86,1	92,0	89,3	98,6	76,6	81,4	38,7	60,8	83,5	99,6	61,7	67,4	67,6	73,0	61,9	64,0	70,4	67,1	84,2	94,5	68,3	74,8	60,5	62,9	75,2	77,0	84,1	91,6	70,3	78,4
29	67,9	74,1	85,9	91,6	89,2	99,1	76,2	78,8	38,5	60,6	83,2	99,5	61,2	67,2	66,6	72,6	61,6	63,6	70,0	67,0	85,3	94,8	68,0	74,6	60,1	62,9	75,0	76,8	84,2	91,1	69,9	76,8
30	68,7	74,3	85,8	91,3	89,0	98,4	75,7	77,9	37,5	60,3	82,8	99,2	62,9	66,8	66,4	72,4	61,8	64,1	69,7	66,6	84,3	94,4	67,5	74,3	59,9	62,7	74,7	76,2	83,7	91,5	69,5	77,6
31	67,2	74,3	85,4	91,3	88,7	98,5	75,2	78,0	38,1	59,9	82,2	98,4	60,8	66,4	66,8	72,1	61,0	63,3	68,7	66,3	85,2	94,6	67,5	74,2	60,2	62,4	74,6	76,1	83,1	91,2	69,0	76,7
32	66,8	73,7	85,3	91,0	88,6	97,9	74,3	77,7	37,7	59,8	82,2	98,2	62,9	67,2	65,8	72,4	60,6	63,3	69,4	66,0	83,8	94,0	67,3	74,4	59,5	62,2	74,1	75,6	83,2	91,1	68,8	76,4
33	66,6	73,4	85,2	90,4	88,5	98,8	74,1	77,2	37,1	59,4	81,9	97,4	60,3	67,0	65,0	71,9	60,9	62,9	68,2	65,8	85,9	94,6	67,5	74,1	59,3	61,8	75,1	75,4	83,0	90,5	68,7	76,1
34	65,8	72,8	84,8	90,3	88,4	99,1	73,6	77,3	37,6	59,3	81,9	97,6	59,5	66,9	64,4	71,4	60,4	63,6	68,7	65,5	84,4	93,8	67,0	74,1	58,6	61,7	74,8	75,5	82,8	89,9	68,7	75,9
35	65,2	72,7	84,7	90,1	88,4	99,0	73,2	76,7	36,4	59,0	81,4	97,3	60,9	66,9	64,5	71,1	60,4	62,6	68,0	65,2	85,6	94,2	66,6	73,7	58,8	61,7	73,3	75,1	82,6	89,4	68,3	75,7
36	65,3	71,9	84,4	90,1	87,9	98,5	72,3	75,9	36,2	58,9	80,9	96,6	58,7	66,8	63,9	70,7	60,3	62,8	67,6	64,9	84,2	94,2	67,1	72,9	58,5	61,5	74,3	74,8	82,4	88,8	68,2	75,1
37	64,8	71,1	84,2	89,6	88,0	98,6	72,3	76,2	35,6	58,8	81,0	97,1	59,1	65,6	64,4	70,6	60,9	63,0	67,5	64,7	85,6	94,1	67,1	73,3	58,3	61,5	74,4	74,6	82,2	88,4	67,8	74,9
38	64,7	72,0	83,9	89,7	87,8	98,1	72,1	75,0	36,4	58,7	80,4	97,0	59,7	65,4	63,2	70,6	59,6	62,2	67,1	64,8	85,8	93,8	67,0	73,1	57,8	61,6	73,9	74,4	82,2	88,5	67,4	73,8
39	64,3	71,3	84,1	89,5	87,5	98,3	71,5	74,9	35,7	58,2	80,9	96,0	58,8	66,2	63,0	70,2	60,4	62,6	68,0	64,6	85,6	94,1	66,0	72,8	57,8	59,5						

46	62,4	70,3	82,9	88,2	86,5	96,2	72,3	72,4	34,8	57,1	78,4	95,5	57,6	64,0	60,7	68,5	58,8	61,6	66,9	63,3	86,0	93,2	64,8	72,1	56,3	60,5	70,4	72,8	81,0	87,1	66,4	72,0
47	61,8	69,5	82,8	87,9	86,4	96,0	73,2	72,3	35,3	56,6	78,4	94,9	56,9	65,1	60,2	66,9	59,2	61,3	66,6	63,1	85,8	92,3	64,9	71,6	55,9	58,0	70,1	72,6	80,7	87,1	66,2	72,0
48	62,7	70,0	81,8	87,5	86,6	96,2	72,6	72,1	34,5	56,6	78,2	94,5	57,0	64,9	59,6	67,5	58,9	61,5	67,3	63,0	85,9	92,1	64,7	71,6	55,2	57,6	69,9	72,2	80,6	86,8	66,1	73,5
49	62,5	69,7	81,7	87,4	86,5	95,7	70,9	71,2	34,0	56,7	77,5	94,5	56,9	65,0	59,5	68,1	58,8	61,3	66,5	62,7	84,5	92,0	64,7	71,9	55,7	58,3	69,6	72,1	80,5	87,1	65,9	71,8
50	62,2	69,5	81,5	86,9	86,0	96,3	71,0	71,4	33,5	56,6	78,3	94,5	57,0	64,1	60,0	67,1	59,1	61,2	66,7	62,7	84,3	92,3	64,4	71,4	55,9	59,1	69,4	71,8	80,6	86,5	65,8	71,6
51	61,8	69,1	81,5	86,8	86,3	95,2	71,8	71,0	32,5	56,3	77,6	93,6	56,8	63,8	60,0	67,0	58,5	61,2	66,0	62,6	84,1	92,2	63,9	71,7	55,6	58,7	69,8	71,8	80,6	86,1	65,7	72,0
52	61,0	68,9	80,3	86,7	87,1	95,3	70,3	70,9	34,2	55,9	77,4	93,7	56,8	63,5	59,9	67,0	58,5	61,1	66,5	62,3	84,0	92,2	64,3	72,0	55,3	59,2	69,3	71,8	80,6	86,3	65,5	71,9
53	61,1	69,3	80,0	86,3	87,2	95,3	70,2	70,4	33,6	55,9	78,8	93,2	56,7	63,4	59,2	66,7	58,7	61,0	65,8	62,4	83,7	92,6	64,0	72,0	55,0	58,4	70,2	71,7	80,0	86,3	65,3	71,3
54	60,6	68,7	80,0	86,3	86,9	97,6	69,3	69,9	33,0	55,4	78,3	93,7	56,3	65,9	58,4	66,6	58,9	61,2	65,0	62,3	84,8	92,2	63,7	71,6	55,3	56,8	69,0	71,6	80,1	86,3	65,3	71,1
55	60,2	68,6	81,7	86,2	87,1	97,0	70,8	69,9	33,4	55,8	78,1	94,3	57,2	63,7	59,0	66,4	58,6	61,0	65,5	62,2	84,5	92,4	63,1	71,5	55,4	58,4	69,4	71,5	79,7	86,1	65,0	71,5
56	60,1	68,7	81,3	85,6	86,9	97,7	70,0	69,5	33,3	55,4	76,6	94,0	56,8	63,5	58,1	66,0	58,5	60,8	65,6	62,1	84,9	92,7	63,5	71,3	54,7	57,9	68,8	71,3	80,8	85,6	65,0	71,2
57	60,0	68,1	81,4	85,6	86,4	97,4	68,8	69,2	33,9	55,8	76,5	93,6	56,6	63,5	58,4	65,9	58,1	61,1	65,6	61,8	84,8	92,6	63,0	71,4	54,7	58,0	68,3	71,3	80,4	85,4	64,9	71,2
58	59,5	68,4	81,4	86,8	86,9	97,4	70,5	69,0	33,0	54,6	77,6	93,8	56,6	63,7	57,3	65,6	58,0	61,3	65,2	61,6	85,9	92,6	63,1	71,2	55,6	57,9	69,4	71,1	80,2	86,3	64,9	70,9
59	58,7	68,7	81,0	86,6	87,2	97,4	69,1	68,2	33,2	54,7	75,8	94,1	56,1	63,1	57,3	66,1	58,7	61,4	65,4	61,4	85,1	92,3	63,0	71,0	54,8	57,1	68,7	70,9	80,5	86,3	64,9	70,6
60	58,8	68,4	80,9	86,5	87,3	97,3	67,9	68,2	33,8	54,7	77,7	92,7	56,9	62,6	57,6	65,9	58,2	61,3	65,1	61,4	82,7	92,5	62,9	70,6	55,9	57,4	69,3	70,9	81,3	86,2	64,7	70,7
61	58,6	68,1	81,0	86,1	87,4	96,7	67,5	68,3	33,2	54,4	77,5	92,6	56,0	63,0	57,4	66,5	58,2	61,1	65,0	61,4	81,7	92,1	63,4	70,7	55,8	59,9	68,3	70,7	81,1	86,4	64,6	70,0
62	58,5	68,0	81,1	86,0	87,3	97,7	68,5	67,9	32,8	55,3	75,9	93,1	54,4	62,8	56,2	65,7	58,2	60,8	66,1	61,4	81,6	92,4	63,2	70,9	55,0	57,1	68,5	70,6	81,1	87,3	64,8	69,9
63	57,9	67,2	80,8	85,7	87,5	98,5	69,1	67,0	32,3	55,1	77,1	93,1	54,5	63,2	56,3	69,4	58,0	60,5	65,9	61,3	79,8	91,6	63,1	70,6	54,0	56,9	68,2	70,6	81,7	86,7	64,5	70,0
64	58,0	67,0	82,9	85,9	87,8	97,8	66,2	67,6	33,1	55,2	76,7	93,1	54,3	63,3	56,8	65,5	59,1	60,6	66,1	62,7	75,4	92,3	63,5	70,8	54,7	56,1	68,3	70,5	81,7	86,8	64,1	70,9
65	60,6	68,1	82,4	85,8	87,9	97,9	67,3	67,1	32,5	55,0	76,3	92,6	54,3	62,8	55,8	66,1	59,1	60,5	65,5	62,2	75,4	92,0	63,2	70,9	53,4	57,6	67,8	70,4	81,7	86,9	64,3	69,7
66	58,2	67,3	82,4	85,5	87,5	96,3	65,7	67,0	32,3	55,0	76,5	92,6	53,6	62,8	55,6	65,4	60,1	60,6	65,7	62,3	75,1	92,1	63,2	70,3	53,5	56,6	68,1	70,1	81,4	86,6	64,3	69,7
67	58,3	68,0	82,4	85,6	87,4	96,5	65,8	66,6	31,9	54,9	76,6	92,7	54,3	63,1	56,5	65,3	59,9	60,3	65,3	62,3	75,1	92,1	63,6	70,3	53,1	56,4	67,6	70,2	81,2	86,7	63,9	69,4
68	59,1	67,5	82,3	85,3	87,7	96,6	65,5	66,4	31,8	54,4	76,4	92,3	54,0	62,6	55,4	64,8	59,8	60,4	65,1	62,2	75,5	92,1	63,1	70,2	53,1	56,5	67,8	70,0	81,1	86,3	63,5	69,4
69	60,0	66,5	81,9	84,7	87,8	96,0	65,0	66,1	31,9	54,7	76,1	92,0	54,2	62,5	55,9	64,7	60,2	60,4	65,5	62,2	75,2	92,2	63,0	69,7	53,4	56,7	67,6	69,6	81,0	86,5	63,8	68,6
70	60,1	67,1	82,1	85,0	87,6	96,0	68,0	65,9	32,5	54,2	76,0	91,6	54,3	62,7	56,1	65,0	60,1	60,2	65,5	61,9	75,1	93,0	63,0	69,8	54,2	56,2	67,2	69,4	79,8	86,4	64,1	69,7
71	57,8	67,3	82,2	84,9	87,1	95,6	65,3	65,9	32,1	54,3	76,2	91,8	53,2	62,6	55,9	64,8	60,1	60,3	65,0	62,0	75,0	93,0	62,2	69,7	53,5	56,0	67,6	69,6	80,3	86,0	63,5	70,2
72	57,8	66,5	82,2	84,7	87,3	95,2	64,7	65,4	32,5	54,3	75,9	91,7	53,1	61,2	56,0	64,5	59,9	60,1	64,9	61,6	75,4	93,1	62,2	69,8	52,7	58,2	67,4	69,5	80,0	86,1	63,1	68,8
73	57,7	66,7	82,0	84,7	87,2	95,6	65,9	65,5	32,2	53,9	77,6	91,3	53,2	62,4	55,6	63,9	59,1	60,5	64,2	60,5	74,7	92,7	62,3	70,1	53,2	56,7	67,7	69,4	80,1	86,0	63,4	69,0
74	58,6	66,0	81,7	84,6	87,5	94,8	63,5	66,5	32,1	53,9	77,1	89,9	53,4	61,5	55,7	67,5	59,3	60,7	64,6	60,4	71,0	92,7	62,3	69,6	53,1	55,8	67,3	69,2	80,2	85,8	63,4	71,2
75	57,4	67,3	81,7	84,0	87,0	95,5	63,6	66,4	32,2	54,2	77,0	90,0	54,4	62,5	55,1	64,3	58,2	60,9	64,1	60,1	71,4	95,2	62,1	69,5	52,4	55,6	66,7	69,2	79,8	85,6	63,7	69,5
76	56,8	65,3	81,8	85,0	91,2	95,7	65,3	66,2	31,8	54,3	76,8	90,3	54,6	62,9	54,9	64,8	59,0	60,6	64,1	60,0	71,1	95,3	62,1	69,6	52,3	55,3	66,6	69,3	80,0	85,4	63,2	67,1
77	55,9	66,7	80,2	84,5	91,4	95,6	63,7	66,0	31,9	54,2	76,7	90,0	53,5	63,1	54,9	64,4	59,2	61,2	63,6	60,2	71,4	99,5	62,3	69,5	52,7	58,2	65,2	69,2	79,3	85,5	63,0	70,0
78	55,9	65,7	79,8	85,0	91,7	98,0	65,3	65,6	31,6	54,1	76,6	91,4	53,8	61,2	54,7	64,9	59,0	61,2	63,8	60,1	70,8	99,5	61,9	69,5	52,6	55,6	67,2	69,1	79,5	85,4	63,0	72,0
79	56,8	66,2	78,9	85,2	90,8	99,2	63,8	65,0	31,0	54,1	78,8	91,0	53,1	61,1	54,4	63,5	60,5	60,8	63,8	60,0	71,1	99,3	61,9	69,6	52,8	55,4	67,5	68,8	79,0	85,4	62,8	71,7
80	57,2	65,0	78,7	84,9	91,1	98,9	64,1	65,1	31,2	53,9	80,5	91,0	52,5	62,0	54,4	64,3	60,6	60,8	63,6	59,8	70,8	99,2	62,0	69,1	52,4	55,3	68,5	68,8	80,3	85,1	62,2	70,9
81	56,5	65,3	78,3	84,7	90,8	99,0	63,1	65,1	31,0	55,1	80,3	91,1	52,4	62,0	54,5	64,1	60,5	60,9	63,6	60,0	70,7	99,5	61,6	69,4	52,3	55,2	68,4	68,7	79,5	85,0	62,1	70,7
82	56,1	65,9	78,4	84,3	90,5	98,7	63,2	64,7	31,9	55,4	80,5	90,7	51,7	61,7	54,0	64,3	60,2	60,6	64,1	59,7	70,6	99,8	61,7	69,0	52,6	55,5	67,3	68,6	78,7	85,0	62,8	70,1
83	56,6	66,3	77,9	84,9	90,3	98,3	62,4	67,1	31,2	54,0	80,2	90,8	51,7	61,2	54,5	63,8	60,3	60,9	64,2	59,8	75,4	97,7	61,9	69,1	51,2	57,1	68,1	67,4	78,6	84,3	62,3	69,9
84	56,4	66,7	78,2	84,3	91,0	99,5	64,4	66,7	31,4	54,3	80,2	90,8	51,4	62,2	54,0	63,9	60,3	60,8	63,9	59,8	76,4	97,2	61,8	69,0	52,4	55,1	68,1	67,4	78,4	84,7	62,2	70,1
85	55,8	66,2	77,8	84,6	90,6	98,5	61,6	66,7	31,0	54,8	79,8	90,8	52,6	60,7	53,8	63,9	59,9	60,9	63,8	59,5	76,5	96,9	61,9	69,1	52,3	54,9	68,0	67,3	77,3	84,5	62,4	71,4
86	55,8	65,0	77,6	83,8	92,8	99,2	62,3	66,1	31,3	54,7	79,6	90,5	51,5	62,2	53,7	63,5	60,3	61,0	64,0	59,4	76,3	96,9	61,8	68,1	51,6	54,7	67,8	67,				

95	54,2	65,1	78,6	81,9	92,8	97,1	61,4	64,5	32,2	53,6	81,3	85,9	51,9	61,7	54,1	64,6	59,6	59,4	63,3	60,6	80,3	80,6	61,7	69,2	51,2	55,4	66,3	66,0		85,3	63,0	69,6
96	53,9	64,9	78,7	81,8	92,6	97,3	63,7	64,3	31,4	53,6	81,0	82,2	51,3	60,4	54,5	64,6	59,5	59,7	62,3	60,0	80,2	79,5	62,0	68,1	50,9	55,3	66,3	67,4		85,7	62,8	69,7
97	54,2	64,7	78,2	82,0	92,3	96,5	63,1	64,4	31,0	52,2	80,9	82,0	52,6	60,3	53,2	64,0	59,5	59,3	62,7	60,1	80,1	79,8	62,2	68,4	51,5	57,6	65,9	67,2		83,1	63,2	69,5
98	54,0	64,1	78,4	82,5	92,6	96,5	63,5	63,8	32,1	52,8	80,7	82,3	52,2	61,9	53,3	64,1	59,3	59,3	62,8	59,5	80,0	79,7	61,7	67,0	52,5	57,9	64,3	67,0		82,8	60,5	69,6
99	54,1	64,2	78,1	82,4	92,5	96,3	63,1	63,7	31,4	52,5	79,7	82,0	51,4	60,2	53,6	64,5	59,2	59,1	62,6	57,0	80,1	78,7	62,1	67,4	51,3	57,7	65,3	66,9		83,2	62,9	69,3
100	53,6	64,6	77,7	82,3	92,0	96,4	63,0	63,5	31,3	52,5	79,9	81,9	51,6	60,2	54,7	57,8	59,1	59,0	62,5	58,7		78,6	62,2	67,3	50,8	56,6	65,2	66,8		83,1	62,7	71,1
101	53,9	64,1	77,8	80,9	91,7	97,1	62,2	63,1	31,4	52,2	79,9	81,6	51,1	59,7	53,9	64,5	59,2	58,7	63,6	58,9		80,4	62,4	67,3	51,9	58,1	65,2	66,9		83,2	61,9	71,0
102	53,9	64,2	77,7	80,5	91,6	96,6	65,1	62,5	31,6	52,2	79,1	81,4	52,9	60,9	54,5	64,5	60,1	58,8	63,4	58,0		79,9	62,0	67,0	49,5	57,6	65,1	67,0		82,7	62,8	71,2
103	56,2	64,0	77,6	80,4	91,5	97,0	62,3	62,3	31,8	51,9	78,4	83,8	51,4	60,7	54,5	64,4	59,9	58,8	63,3	59,9		79,9	62,3	67,0	50,2	57,7	65,2	68,3		82,8	62,7	73,0
104	55,3	64,1	77,6	80,3	91,0	96,9	62,2	62,7	31,1	52,1	78,7	82,2	50,4	60,6	53,4	64,4	60,1	58,6	63,3	59,5		80,1	62,3	66,6	49,7	57,0	64,7	69,4		82,7	61,6	75,9
105	55,1	63,2	77,8	80,4	91,9	95,8	61,8	62,6	31,5	51,6	83,1	83,0	51,2	60,4	53,0	64,0	61,0	58,9	64,4	59,8		80,1	63,1	66,5	49,8	56,9	66,1	69,5		84,1	60,7	72,1
106	55,1	63,0	77,3	80,5	91,1	96,3	62,5	62,2	31,7	51,7	88,0	83,8	51,2	62,1	54,0	67,4	60,9	58,8	63,6	59,4		79,7	63,0	66,3	50,6	56,7	65,7	69,2		84,1	61,1	72,6
107	54,8	63,7	77,5	80,3	91,6	96,5	62,0	62,2	31,5	51,6	88,8	84,9	52,5	59,6	56,0	67,1	59,4	58,7	63,3	59,7		79,6	62,8	66,4	49,8	55,6	66,0	69,5		83,7	63,4	72,5
108	55,0	64,0	77,1	80,1	91,5	96,7	61,7	62,0	31,5	52,2	89,0	85,0	52,1	59,2	57,2	67,1	59,8	58,8	63,9	59,4		79,5	62,9	66,3	48,7	56,5	65,9	69,3		83,7	63,3	72,0
109	55,1	62,8	77,4	80,1	91,7	95,6	61,9	61,7	31,6	52,1	88,6	85,7	50,9	60,4	57,2	66,8	57,4	59,8	63,8	59,7		79,7	62,5	66,1	48,5	57,1	65,9	69,3		81,7	63,3	72,1
110	54,7	63,6	77,0	80,6	91,4	95,3	61,7	61,8	31,2	51,2	88,8	85,2	51,5	60,1	55,9	66,5	57,4	60,1	63,5	64,8		79,5	63,2	66,3	49,7	55,7	65,9	69,4		81,6	61,6	72,2
111	54,3	62,6	77,0	80,5	89,8	95,4	60,9	61,1	31,3	50,5	88,9	80,4	51,6	60,9	56,0	67,0	58,2	59,7	63,5	64,9		78,9	62,9	65,8	49,9	56,7	65,8	69,4		80,0	62,9	71,8
112	54,5	62,7	81,2	75,4	90,8	95,6	60,7	61,2	30,9	50,7	87,9	80,3	50,3	61,3	56,9	66,8	58,1	59,7	60,3	64,8		79,8	63,1	65,8	49,1	55,1	65,6	69,3		81,2	63,1	72,3
113	54,2	64,7	81,2	75,2	90,7	95,2	61,8	60,1	31,0	50,6	87,3	80,2	52,6	61,1	55,7	67,0	58,1	59,8	60,9	64,6		77,8	62,6	66,0	49,3	57,4	65,6	72,1		82,4	63,1	72,4
114	56,2	62,8	80,9	79,3	89,4	94,3	61,0	60,9	30,8	51,3	87,5	80,3	51,6	60,5	55,7	66,7	60,7	59,7	60,8	64,6		78,1	63,2	65,8	47,7	58,3	65,6	75,4		81,6	63,2	72,2
115	56,1	62,7	79,3	79,8	90,4	94,8	60,9	60,2	30,5	50,5	88,1	78,9	49,7	61,0	55,8	67,1	60,3	59,7	60,6	64,6		77,8	62,0	65,8	49,8	57,4	65,4	74,9		82,3	63,1	72,1
116	55,7	63,0	77,0	79,1	90,6	94,6	60,8	60,1	30,8	50,9	87,6	79,9	51,0	61,6	56,3	66,8	60,4	59,7	61,6	64,5		77,9	62,2	65,8	50,1	56,9	65,3	74,7		82,2	63,0	72,2
117	55,6	62,8	79,0	79,2	90,4	95,4	61,4	59,6	30,0	50,8	88,3	80,0	48,9	60,3	55,5	66,7	60,4	59,2	61,9	64,3		77,6	62,4	65,8	49,5	57,4	65,6	74,7		82,3	62,8	72,1
118	59,6	64,6		79,0	90,2	95,4	61,2	59,6	30,6	50,8	88,2	78,9	49,8	60,1	55,7	66,7	60,2	59,6	61,6	64,4		77,8	62,0	65,8	47,7	57,1	65,4	74,7		82,2	63,1	72,1
119	57,9	61,7		78,9	90,4	95,3	60,3	59,0	30,1	50,6	87,9	79,3	49,2	60,4	56,2	67,0	60,2	59,6	62,1	65,2		77,7	62,2	65,6	49,1	57,4	65,5	74,8		82,2	63,1	71,7
120	55,2	61,9		78,8	90,1	95,1	60,4	58,6	30,0	50,6	87,7	78,6	50,9	59,4	55,4	68,4	60,4	59,9	62,1	65,1		79,4	62,5	65,6	49,4	57,7	65,5	74,5		82,1	63,0	71,9
121	58,2	61,7		78,6	90,1	93,9	60,4	59,7	30,5	50,7	87,7	79,8	49,0	60,0	57,3	67,3	60,1	60,1	62,0	64,0		79,3	61,8	65,5	49,4	56,8	66,8	74,6		82,0	62,6	71,8
122	58,3	61,9		78,4	89,4	95,2	60,0	58,9	30,1	50,0	87,5	79,4	50,5	60,8	57,1	66,9	60,1	59,8	58,4			78,9	62,3	65,4	50,9	56,5	68,5	74,5		81,9	58,0	71,8
123	55,7	64,7		78,3	88,6	95,5	60,1	58,9	30,5	50,1	87,4	79,6	49,3	58,8	57,3	66,9	61,3	59,8	58,3			78,9	61,8	65,4	50,7	58,1	68,6	74,5		81,9	59,4	71,8
124	55,7	64,4		78,5	88,5	94,6	59,7	58,7	30,7	50,0	87,4	76,1	50,8	59,0	56,4	66,7	61,3	59,7	57,9			78,9	62,2	65,4	49,2	59,1	68,5	74,3		81,9	55,3	70,9
125	56,0	62,3		78,5	88,3	94,6	59,7	58,7	30,2	49,8	92,4	75,9	49,0	59,6	62,2	66,9	61,0	59,7	57,7			78,4	62,0	65,7	50,5	53,9	68,5	74,3		81,8	59,3	71,2
126	55,7	62,3		78,3	88,4	95,8	59,4	58,4	29,7	49,8	92,2	75,7	51,1	59,6	57,3	66,5	61,2	59,5	57,6			78,6	61,7	65,7	50,5	55,5	68,4	74,2		81,0	59,6	70,8
127	55,7	61,9		78,7	88,8	95,9	62,0	58,4	29,9	49,6	92,0	76,5	48,7	60,6	57,2	66,6	61,2	59,6	57,5			77,9	61,9	65,6	50,5	56,6	68,4	74,5		80,9	57,6	70,7
128	56,2	61,9		78,1	88,3	94,9	61,8	57,7	30,2	50,6	92,0	75,9	49,0	60,7	56,9	66,5	61,2	59,6	58,5			77,6	61,8	65,5	48,5	57,1	68,2	74,1		80,3	59,6	70,5
129	57,5	64,3		78,4	88,1	94,8	61,7	58,3	29,9	51,0	91,7	75,8	48,9	60,0	56,9	66,4	61,1	60,7	66,8			78,1	62,1	65,4	50,4	59,0	71,1	72,6		80,3	57,3	70,9
130	56,7	62,2		78,7	88,2	92,4	61,2	58,3	30,0	50,1	90,9	76,5	48,2	60,4	56,7	66,4	61,2	60,7	56,9			77,8	61,5	65,3	50,4	58,5	71,1	72,6		82,7	58,1	70,5
131	55,5	61,6		78,6	88,5	92,6	61,3	58,3	30,0	50,1	90,7	76,3	49,9	59,6	56,6	66,1	61,2	60,8	66,4			77,8	59,2	65,2	47,5	58,6	70,8	72,5		82,5	59,2	70,7
132	53,2	62,0		78,6	88,4	92,7	59,4	58,1	29,7	52,0	89,6	76,8	48,7	59,6	57,3	66,2	61,0	61,0	66,6			78,0	59,2	65,2	50,2	59,5	70,9	72,4		82,6	57,3	70,7
133	54,5	61,5		78,5	88,7	92,5	59,7	57,8	29,8	52,1	89,3	77,1	48,4	60,1	57,2	66,0	61,1	60,8	49,1			77,6	59,2	65,2	50,4	59,9	70,9	72,8		82,6	59,3	70,6
134	55,4	63,6		78,4	88,2	90,4	61,0	57,8	29,6	51,9	89,2	76,7	48,9	60,5	57,1	66,0	61,2	59,9	66,5				59,4	65,0	49,9	60,2	70,8	72,7		82,6	59,3	70,5
135	54,3	62,1		78,5	88,8	91,1	60,6	57,6	30,3	52,3	85,1	76,6	49,4	60,5	56,8	66,0	61,1	59,9	54,2				59,1	65,0	51,3	59,5	70,5	72,2		82,6	59,3	70,3
136	56,3	61,7		78,4	89,0	90,5	62,2	57,2	29,6	52,0	90,8	76,7	49,6	59,3	57,0	66,1	61,2	59,9	49,9				59,5	65,0	51,0	60,0	70,5	72,1		82,5	54,7	70,8
137	56,4	63,3		77,9	88,7	91,0	61,8	57,2	29,8	52,1	90,9	76,5	49,6	59,5	56,8	65,9	60,7	60,2	66,5				59,3	6								

144	56,0	61,6		88,5	86,8	91,1	63,3	59,1	29,6	51,6	89,1	75,7	48,0	60,2	56,3	68,5	60,5	59,8	66,2					59,1		50,9	59,7	74,2				82,2	58,1	71,3
145	56,9	61,5		88,7	86,8	91,0	62,4	56,1	30,8	51,6	89,1	75,9	48,9	60,0	56,3	68,3	60,0	59,7	66,0					59,0		55,9	59,9	73,9				82,3	57,4	71,4
146	55,0	61,8		88,3	87,0	90,9	64,6	58,4	30,6	51,7	88,9	75,6	48,2	60,0	56,2	68,2	60,4	59,8	66,2					58,4		55,9	59,5	73,7				82,3	56,6	71,1
147	56,1	61,5		88,4	86,8	91,1	64,5	56,0	30,1	52,5	88,7	75,9	48,5	60,0	56,1	68,3	60,2	59,8	66,0					61,3		55,9	59,4	73,9				82,1	58,7	70,9
148	56,9	61,4		88,4	86,6	91,2	61,2	59,0	29,8	51,7	88,6	75,7	48,1	60,0	56,1	68,3	60,3	59,5	66,0					61,1		55,9	60,0	73,8				82,3	58,7	73,1
149	55,7	61,6		88,2	86,7	90,1	61,2	58,9	29,7	51,5	88,6	75,9	47,8	60,0	55,9	68,6	60,3	59,5	66,0					60,8		55,1	59,8	73,7				82,3	58,7	73,2
150	56,2	61,4		88,8	86,3	90,2	61,1	56,1	29,9	51,4	88,6		47,6	60,2	56,0	68,4	60,2	59,5	66,2					60,6		55,1	59,5	73,9				82,2	58,7	73,0
151	55,8	61,5		88,7	86,1	89,5	60,6	56,1	29,5	51,5	88,5		47,6	60,0	56,1	68,0	60,1	60,3	65,9					60,7		55,0	59,3	73,8				82,1	58,5	72,3
152	55,1	61,6		88,1	86,0	89,6	61,8	55,4	29,8	51,4	88,4		48,0	60,0	56,1	68,2	60,2	59,4	65,9					60,7		55,1	59,9	75,1				81,9	58,6	71,7
153	55,9	61,2		88,4	89,3	90,1	61,4	55,7	29,3	51,3	87,3		49,0	60,0	56,3	68,0	60,2	59,5	66,0					62,7		55,0	59,2	74,9				81,9	58,5	71,9
154	55,7	61,0		88,1	86,8	89,1	61,3	58,6	30,2	51,4	87,2		47,9	59,9	54,1	68,0	60,1	59,3	66,2					60,8		54,8	59,6	74,9				82,0	57,0	70,2
155	55,5	61,1		87,4	86,9	90,4	61,2	58,6	30,7	51,4	87,2		47,8	59,9	56,1	68,3	60,2	59,5	66,1					60,6		54,6	59,4	74,8				81,9	57,0	71,9
156	55,5	61,3		87,8	86,7	89,8	61,1	58,7	29,9	51,2	87,1		47,5	59,8	55,9	67,8	60,0	59,5	66,0					62,8		54,8	58,8	75,1				80,8	56,9	71,5
157	55,4	62,5		87,7	86,4	96,6	60,0	58,5	29,6	51,1	86,8		47,6	59,8	55,8	67,9	60,0	59,6	65,9					62,0		54,3	59,0	81,3				81,8	56,7	70,6
158	52,7	61,3		87,9	86,3	96,3	60,5	58,5	30,3	51,1	86,9		47,5	59,7	55,7	67,9	60,2	60,2	65,9					60,5		54,6	59,0	81,1				80,9	56,7	70,1
159	52,6	61,5		87,7	86,2	95,1	59,9	58,3	29,4	51,4	86,7		47,6	59,5	55,6	67,7	60,1	59,6	65,7					61,6		54,1	59,1	80,8				80,8	57,2	70,4
160	52,6	61,9		87,7	86,2	95,5	60,9	58,6	29,3	51,1	88,3		47,6	59,7	55,9	67,7	59,9	59,4	65,7					60,1		55,3	59,0	79,4				80,9	56,7	70,2
161	54,6	61,2		87,7	84,1	96,2	58,6	58,2	30,0	51,1	88,3		47,4	59,7	53,4	68,0	60,0	60,1	65,7					60,5		54,2	58,8	79,2				80,8	55,6	69,2
162	52,5	61,8		87,5	84,0	96,5	59,5	62,3	29,4	50,8	88,2		47,2	59,8	53,7	67,8	60,0	59,3	65,7					60,3		54,3	58,8	79,1				80,5	56,4	69,2
163	55,0	61,1		86,8	84,2	93,8	59,5	61,9	29,6	51,1	88,1		48,1	59,8	53,5	68,0	60,0	59,1	65,7					60,7		54,4	59,2	78,9				80,5	56,6	69,6
164	54,8	60,9		87,4	84,1	94,0	59,8	61,8	29,4	50,7	88,3		48,8	59,6	53,1	67,7	59,8	61,7	65,7					61,4		54,2	58,9	78,8				80,7	56,5	69,6
165	55,1	61,1		87,4	84,1	93,8	59,2	61,7	28,5	51,0	88,0		48,5	59,7	53,4	67,2	59,9	61,6	65,8					61,4		54,1	58,8	78,9				80,7	56,5	69,6
166	54,5	61,5		87,4	83,9	92,9	58,9	61,8	29,0	50,9	88,0		48,7	59,8	53,3	67,3	60,0	61,6	65,6					61,3		54,7	58,9	79,1				80,6	56,2	69,6
167	54,6	61,8		86,9	83,8	93,8	59,1	61,7	28,9	50,8	87,8		48,1	59,5	53,6	67,2	59,9	61,5	65,8					60,0		54,1	58,7	78,9				80,7	54,9	69,4
168	54,9	61,9		87,1	84,6	93,7	59,3	61,7	28,6	50,7	87,8		47,9	59,5	53,3	67,0	59,7	61,5	65,6					60,7		54,2	58,7	78,7				80,5	55,9	70,3
169	54,6	62,4		87,1	84,4	93,9	58,5	61,7	28,3	50,5	87,0		49,2	60,7	53,4	67,0	59,8	61,5	65,6					62,4		54,1	58,4	78,8				80,6	56,0	70,5
170	52,1	61,5		87,1	84,5	93,7	59,4	61,4	29,0	51,2	87,0		47,3	60,6	53,3	66,9	59,7	61,6	65,4					59,8		54,3	58,4	78,5				80,5	55,8	70,3
171	52,8	61,8		87,1	84,4	93,6	59,1	61,5	29,1	50,9	86,8		48,5	60,5	53,5	66,9	61,0	61,7	65,5					59,5		54,2	58,8	78,4				80,2	55,9	70,2
172	52,0	62,1		87,1	84,4	93,7	59,2	61,3	29,0	50,8	86,7		48,4	60,3	53,3	66,9	60,8	53,1	65,4					62,5		54,0	58,8	78,5				80,4	55,9	70,2
173	50,9	64,1		86,3	84,0	93,9	63,2	61,0	28,6	50,8	86,8		47,9	59,6	53,1	66,6	61,0	53,1	65,7					59,7		54,2	59,0	77,9				80,2	55,0	69,7
174	51,3	61,4		86,2	83,9	93,8	58,7	61,0	29,0	50,6	86,6		47,9	59,6	53,0	66,9	60,7	52,7	65,4					62,6		53,9	58,9	77,9				80,3	55,7	70,0
175	51,4	61,5		86,1	83,8	93,5	62,5	60,8	29,4	50,7	86,5		48,4	59,7	57,5	66,5	60,8	53,0	65,5					60,8		53,8	59,1	77,8				80,1	54,5	70,1
176	51,0	61,8		86,1	83,9	91,7	57,6	60,6	28,7	50,8	86,6		47,7	59,7	61,2	66,6	60,8	53,2	65,5					61,0		53,8	58,8	78,1				80,3	55,6	69,8
177	51,0	61,6		86,3	82,8	91,8	57,6	60,6	27,6	50,7	86,4		47,2	59,5	61,1	66,6	60,6	52,7	65,3					62,3		53,9	59,0	77,9				80,2	55,7	69,6
178	51,1	61,6		86,7	82,8	92,2	58,1	60,3	28,9	50,8	86,3		47,3	59,7	61,0	66,6	60,7	52,9	65,5					61,9		53,8	58,5	78,6				80,2	55,7	69,7
179	50,6	61,6		85,8	82,6	93,2	58,8	60,4	29,5	50,5	86,4		47,5	59,6	61,0	66,3	60,7	52,6	65,2					62,1		53,7	58,5	78,4				80,0	55,6	69,6
180	50,6	63,8		86,8	84,4	92,2	57,9	60,3	28,9	50,3	86,2		46,2	59,4	61,6	66,4	60,6	52,7	65,3					59,8		53,6	57,1	78,1				80,1	52,9	69,5
181	52,4	61,2		86,7	84,4	93,4	56,7	60,2	28,2	50,6	86,2		47,6	59,3	61,6	67,0	60,8	52,9	65,3					59,5		53,7	57,2	78,4				79,9	55,5	68,9
182	56,0	61,3		87,0	84,2	93,3	54,5	60,1	28,9	50,4	86,1		48,4	59,4	61,5	66,4	60,6	49,3	65,3					59,4		53,5	57,0	78,2				80,0	55,6	68,9
183	56,2	61,7		86,6	82,3	93,0	56,6	60,1	28,5	48,8	86,1		48,1	59,6	61,7	66,8	60,6	48,9	65,3					59,9		53,6	57,0	76,4				79,8	53,4	69,0
184	58,7	63,2		86,7	82,1	93,2	55,3	60,0	28,8	48,9	85,9		48,9	59,1	61,4	66,6	60,8	49,0	65,3					59,9		54,3	57,0	76,5				79,8	52,6	68,8
185	58,9	64,4		86,4	81,9	91,8	54,0	59,8	28,0	48,8	85,9		47,8	57,6	61,6	67,6	60,6	48,9	65,1					61,7			56,9	76,5				79,8	54,1	69,0
186	58,2	64,2		86,7		91,8	60,3	60,1	28,3	48,7	85,8		47,9	57,4	61,4	67,5	60,5	49,0	65,3					60,4			56,9	76,2				79,9	53,4	68,9
187	59,3	63,9		86,7		91,8	57,4	60,1	28,7	49,6	85,9		48,8	57,6	61,3	67,4	60,7	48,9	65,2					61,9			57,0	73,2				79,8	54,1	68,9
188	57,7	64,2		87,1		91,8	51,4	60,0	28,8	49,8	85,7		48,0	57,5	61,2	67,3	60,5	49,1	65,1					60,1			56,9	73,3				79,8	54,1	70,0
189	59,5	59,1		86,4		91,8	54,2	60,0	28,8	50,5	85,6		48,5	57,3	61,2	67,5	60,4	48,9																

193	55,8	52,4		86,5			53,4	52,7	28,6	51,4	85,5		48,8	57,2	60,9	66,8	60,5	48,5	65,1				60,7				57,0				79,6	54,0	78,7
194	55,4	52,6		86,6			55,0	52,3	28,4	52,5	85,5		45,0	57,3	61,0	67,0	60,4	48,7	65,1				60,8				56,9				78,8	45,4	77,5
195	55,1	61,8		86,6			56,6	52,4	28,7	52,0	84,7		46,0	57,3	60,7	67,3	60,3	48,7	65,2				60,8				57,3				78,6	53,8	78,3
196	55,2	51,1		87,2			53,9	52,3	28,6	52,8	84,6		47,9	57,3	60,8	67,2	60,4	48,5	64,9				60,7				56,8				78,6	53,9	78,7
197	55,4	61,6		87,1			58,7	52,3	28,4	50,5	84,6		47,9	57,3	60,4	67,2	60,4	48,4	65,1				60,6				57,0				78,6	53,9	78,2
198	55,2	61,7		86,7			58,3	52,2	29,9	50,6	84,5		47,8	57,1	60,5	66,7	60,4		65,0				62,4				56,8				78,6	53,9	77,9
199	55,1	61,5		86,1			58,8	51,9	29,2	50,8	84,5		47,9	57,2	60,4	67,0	60,4		64,9				62,5								78,6	45,5	77,7
200	58,9	61,3		86,7			58,6	52,0	32,1	51,4	84,6		48,1	57,3	60,4	66,9	60,4		64,9				60,7								78,5	53,9	78,3

COLA 366																																	
		PINHO								PINHO ARDIDO								EUCALIPTO								EUCALIPTO ARDIDO							
		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extracção água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extracção água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extracção água		Envelhecimento		Sem tratamento		Secagem excessiva		Extracção água		Envelhecimento	
Tempo		B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C		
1		101.0	122.2	114.6	119.2	104.5	115.5	122.9	122.9	76.9	91.1	109.5	117.3	93.4	100.9	113.1	120.3	99.2	86.5	94.5	102.6	114.4	126.9	99.1	103.6	74.5	68.6	108.2	112.1	109.2	105.5	105.1	108.4
2		96.6	104.2	107.9	115.1	96.5	110.2	113.4	113.4	86.3	90.0	105.7	115.0	78.0	86.4	104.7	111.4	91.3	80.0	86.0	95.1	107.0	119.3	92.4	99.9	68.9	71.5	101.3	106.7	100.1	99.9	96.8	103.0
3		91.8	98.9	104.3	111.2	94.0	108.3	108.2	109.0	58.9	88.0	101.7	115.0	72.2	79.3	99.7	108.6	86.5	75.5	81.7	88.6	106.6	116.5	89.1	96.4	60.2	67.9	97.1	101.8	97.0	97.3	90.9	98.9
4		88.7	95.2	101.3	109.0	92.0	106.4	106.4	106.9	55.7	85.8	100.4	113.7	70.4	79.5	96.4	106.1	84.4	73.4	77.9	85.0	105.5	114.5	87.2	93.0	58.0	65.3	93.9	98.6	94.6	94.5	87.3	95.6
5		85.3	92.9	99.6	107.3	91.1	105.4	104.4	104.7	52.7	84.3	98.2	113.3	68.0	77.8	95.5	104.1	80.8	72.0	76.0	82.5	104.2	113.9	85.4	90.8	55.2	64.2	90.7	96.2	92.9	94.1	84.9	93.6
6		83.7	90.8	97.9	106.1	89.9	103.2	102.9	102.5	50.9	83.2	96.5	111.7	65.7	75.5	92.6	103.0	79.7	70.6	73.8	80.6	102.8	111.8	83.9	89.0	53.9	62.6	89.6	94.5	92.1	92.7	82.8	92.4
7		80.6	88.8	96.6	104.0	88.6	103.8	100.7	100.7	49.7	83.0	95.0	111.8	65.2	75.1	92.6	101.6	78.4	70.2	72.0	79.4	102.2	111.4	83.2	88.2	52.8	60.0	87.9	93.0	90.3	90.3	81.1	88.5
8		78.8	87.7	95.4	103.2	87.8	102.6	99.6	99.1	48.7	81.8	95.2	111.2	64.6	73.7	91.4	99.9	76.9	69.0	70.8	77.5	101.4	110.8	82.3	87.6	52.1	59.4	87.0	92.0	89.1	89.9	79.7	88.6
9		76.9	87.1	94.4	102.3	87.4	100.3	98.1	98.5	46.5	81.0	92.6	109.4	63.2	73.3	89.1	99.1	76.0	68.0	69.7	76.5	101.2	111.1	81.0	86.8	50.5	58.9	86.5	91.3	88.5	88.4	78.4	86.0
10		75.6	85.4	93.4	101.0	87.0	101.0	96.6	97.0	45.9	80.4	92.2	109.3	60.9	72.7	87.4	97.9	75.1	68.1	68.8	74.9	101.0	109.6	80.7	85.8	49.9	58.3	84.8	89.6	87.2	87.8	76.9	85.2
11		75.8	84.5	92.7	100.6	85.7	100.3	95.7	96.0	44.7	80.1	91.5	108.2	61.0	71.9	86.1	96.1	73.8	67.5	68.0	73.7	100.4	109.4	80.0	86.1	48.0	57.9	82.8	89.1	86.5	86.9	75.5	88.2
12		73.2	83.3	91.8	98.9	85.7	99.9	94.7	95.0	43.8	79.4	89.0	107.7	60.3	71.0	85.4	95.4	73.5	66.9	67.0	72.7	99.8	107.9	79.7	84.7	48.6	57.4	82.6	88.7	85.8	86.2	74.0	85.0
13		72.0	82.9	90.9	98.3	84.7	98.4	93.9	93.8	43.0	79.1	89.5	106.9	59.7	70.7	80.0	94.5	73.6	66.4	66.3	72.3	99.0	108.2	78.9	84.6	48.3	56.4	82.0	87.6	85.9	86.2	72.9	83.0
14		70.5	81.8	90.3	97.6	84.7	99.5	92.8	94.2	42.7	78.4	87.9	106.5	58.7	69.9	83.6	93.7	72.1	66.4	65.7	71.8	98.7	107.6	78.0	83.6	47.6	54.9	82.3	87.1	85.0	85.4	72.4	83.4
15		71.5	81.3	89.8	97.2	84.3	98.6	92.1	93.6	41.9	78.0	86.4	105.9	58.3	69.0	83.3	93.7	71.8	66.1	65.5	70.9	98.9	108.1	78.3	83.1	47.8	55.2	81.2	86.4	84.8	85.0	71.5	82.2
16		71.4	80.5	89.2	96.7	84.0	97.2	90.7	93.4	40.6	77.4	87.1	105.3	57.5	68.8	82.4	92.5	70.6	65.8	64.7	70.6	98.6	107.4	77.6	83.5	47.1	54.7	80.9	86.4	84.4	84.7	72.2	82.2
17		69.0	79.6	88.8	96.0	83.1	97.2	90.3	91.3	39.7	76.7	86.6	104.3	57.0	66.5	82.4	92.6	70.5	65.2	64.3	70.2	98.7	106.9	77.2	82.6	47.1	52.9	80.6	86.0	83.6	84.3	70.7	80.4
18		70.4	79.2	88.2	95.4	82.6	97.8	89.1	91.3	40.1	76.2	86.0	104.5	56.8	68.6	81.6	91.3	70.9	64.8	64.0	69.6	98.3	106.7	76.9	82.4	46.0	52.9	79.8	85.5	82.7	83.9	70.0	80.2
19		67.8	78.7	87.9	94.7	82.5	96.4	88.9	90.7	39.9	75.6	85.3	104.0	57.1	68.2	81.4	91.2	70.1	65.1	63.7	69.2	98.2	106.4	76.3	81.7	46.3	52.2	79.3	85.4	82.4	83.5	69.7	79.0
20		67.2	78.4	87.4	94.6	82.2	95.3	88.6	90.3	39.5	75.5	84.4	103.6	57.7	67.6	81.0	90.6	69.3	64.7	63.3	68.8	97.6	106.0	75.7	81.8	45.7	51.9	78.9	85.1	82.2	83.5	69.3	79.8
21		65.9	77.9	87.0	94.0	81.6	95.3	87.8	89.3	37.4	75.4	84.2	103.1	55.7	67.2	80.5	90.4	68.7	64.3	62.8	68.8	97.4	105.9	75.5	81.3	46.0	51.6	79.1	84.6	82.1	83.5	68.8	82.1
22		67.5	77.4	86.9	93.5	81.3	95.8	87.4	89.4	38.2	75.6	83.4	103.0	56.3	66.9	79.7	89.7	68.1	64.0	62.3	68.2	97.6	104.9	75.1	80.8	45.4	50.8	78.0	84.4	81.7	83.1	68.6	81.2
23		66.9	77.1	86.4	93.7	81.4	95.8	86.6	88.9	37.6	75.0	83.1	102.5	55.4	66.6	79.5	89.1	68.6	63.9	62.0	67.7	97.1	104.7	74.9	80.7	44.2	53.1	77.8	83.8	81.6	82.5	68.1	77.4
24		66.4	76.8	85.8	93.1	81.1	95.0	86.1	88.1	37.0	75.2	83.0	102.2	55.1	66.1	78.6	89.0	68.0	63.7	61.6	67.4	96.5	104.9	74.5	80.8	46.4	50.6	80.3	83.6	81.2	82.3	67.5	76.6
25		65.6	76.2	85.9	92.9	81.0	94.3	86.1	88.2	36.9	74.8	82.7	101.3	54.8	66.2	78.0	89.0	66.9	63.4	61.4	66.7	96.6	104.8	73.7	80.6	44.7	50.0	76.2	83.5	80.9	82.2	68.0	76.3
26		64.8	75.5	85.5	92.2	80.9	93.8	85.3	87.5	35.7	74.4	82.2	100.9	54.5	66.0	77.7	88.4	67.8	63.0	61.0	66.9	97.4	104.3	73.8	79.8	45.4	51.4	76.6	82.6	80.4	82.2	66.9	76.3
27		64.5	75.0	85.4	92.0	80.4	93.0	85.2	87.3	35.9	74.0	82.0	100.6	54.3	65.7	77.5	88.0	67.5	62.8	60.7	66.4	96.7	104.6	73.9	79.4	44.2	49.3	76.1	82.3	80.2	81.9	66.5	75.2
28		63.7	74.6	85.1	92.1	80.5	93.3	84.5	86.6	35.4	73.9	81.9	100.9	54.3	65.6	77.0	87.7	66.7	62.4	60.7	66.4	96.9	103.1	73.3	80.0	45.1	49.2	76.8	82.3	79.8	81.8	66.4	75.8
29		63.3	74.5	84.7	91.6	80.1	93.5	83.6	86.6	34.4	73.8	81.0	100.0	54.0	65.3	76.8	87.6	66.5	62.1	60.2	65.8	96.3	104.1	72.9	79.0	44.8	49.0	77.6	82.0	79.6	81.6	65.8	75.2
30		61.7	73.7	84.4	91.4	79.9	93.2	83.6	86.1	34.5	73.5	81.0	100.2	54.3	64.8	76.4	87.3	65.9	62.3	59.9	65.6	96.3	103.8	72.8	79.1	44.6	48.6	75.4	81.6	79.8	81.7	66.1	75.3
31		62.9	73.5	84.5	91.4	79.8	92.6	83.2	85.3	33.9	73.2	80.5	99.6	54.5	65.0	76.3	86.6	66.4	62.0	59.8	65.7	95.6	103.6	72.8	79.1	44.5	48.0	75.7	81.6	79.5	81.7	64.9	74.7
32		61.1	73.4	84.1	90.7	79.7	92.7	82.8	85.2	32.7	73.0	80.5	99.9	53.3	64.5	76.1	85.8	66.0	62.1	59.6	65.5	96.0	102.8	72.6	78.5	44.1	48.4	76.0	81.3	79.0	81.6	64.6	74.3
33		61.2	72.5	84.1	90.3	79.4	92.4	83.0	84.9	32.5	72.5	80.9	99.6	53.4	64.7	75.7	86.3	65.8	61.4	59.0	65.4	95.5	103.2	72.4	78.5	44.4	48.3	75.6	80.8	78.8	81.3	65.0	73.8
34		62.8	72.1	83.6	90.5	79.2	92.8	82.3	84.4	32.9	72.5	80.6	99.1	52.0	64.4	75.0	85.1	65.6	61.8	59.1	65.1	94.9	102.9	72.2	78.8	44.1	47.9	76.9	80.9	78.6	80.9	64.5	73.4
35		62.5	71.9	83.5	90.4	78.9	92.5	81.9	84.5	32.2	72.5	79.4	98.8	53.4	64.3	74.7	85.4	65.5	61.3	59.0	63.8	95.4	102.5	72.3	78.0	43.6	47.4	76.4	80.6	78.2	80.9	64.3	73.2
36		63.1	71.9	83.5	89.4	78.8	91.8	81.9	84.5	33.1	72.5	78.9	99.1	52.1	64.1	74.7	85.5	65.1	61.5	58.9	64.6	95.1	102.3	72.1	78.0	43.1	47.6	76.2	80.9	78.3	80.9	63.9	73.0
37		61.2	71.7	83.2	89.6	78.5	91.4	81.3	84.3	32.3	72.4	78.9	98.4	52.3	63.8	74.2	85.5	64.7	61.2	58.8	63.3	95.1	102.1	71.9	77.9	43.2	47.0	74.1	80.8	77.9	80.5	63.6	72.4
38		62.8	71.1	83.1	89.6	78.4	91.4	80.8	83.3	32.5	71.9	78.5	97.5	51.5	63.6	73.6	85.1	64.4	61.3	58.7	64.5	95.4	102.1	71.4	77.7	43.8	46.9	73.4	80.3	77.9	80.4	63.4	71.5
39		63.9	71.0	82.6	89.																												

49	60.7	68.0	81.1	87.0	77.4	89.3	78.0	80.5	30.3	70.8	76.9	95.7	50.0	62.5	71.1	82.9	62.8	59.9	56.6	63.0	93.8	100.6	71.1	75.2	41.4	45.2	73.4	78.9	77.6	79.8	62.3	69.7
50	60.5	72.0	80.8	86.8	77.5	90.0	77.8	82.1	30.8	71.2	76.5	95.9	49.6	62.5	71.0	83.1	62.6	59.6	56.4	63.1	93.8	102.0	71.0	74.8	41.7	44.5	73.3	78.9	77.8	79.2	61.1	69.3
51	58.4	67.7	80.7	86.8	77.7	89.6	77.8	82.0	30.3	71.1	76.2	95.9	50.5	62.5	71.0	83.0	64.1	59.5	56.3	62.6	93.8	100.0	71.0	74.8	41.6	45.0	73.7	80.9	77.7	79.1	61.0	69.1
52	57.9	67.5	80.6	86.8	78.4	87.3	77.6	81.0	30.8	70.9	77.0	95.1	49.4	62.3	70.9	82.8	62.8	59.7	56.1	62.6	93.6	100.7	71.0	74.9	41.3	44.6	75.3	80.6	77.3	79.3	60.7	69.2
53	55.7	67.1	80.3	86.6	77.0	89.0	77.8	82.3	29.5	70.8	77.2	94.8	49.3	62.3	70.8	82.5	62.7	58.9	56.1	62.5	93.7	100.7	70.7	74.6	40.3	44.4	75.4	79.9	77.1	79.0	60.6	68.9
54	55.6	66.9	79.8	86.6	76.8	88.7	77.0	80.2	30.1	70.2	75.9	94.5	49.3	62.5	70.7	82.2	61.9	58.9	56.0	62.2	93.6	101.0	70.5	74.8	41.7	44.9	73.2	80.2	77.3	78.8	60.6	68.5
55	55.2	66.8	79.6	86.4	76.4	88.8	77.5	81.7	29.3	70.2	75.5	94.5	50.2	62.3	70.7	82.0	63.1	59.2	55.9	62.0	93.7	100.9	70.5	74.7	41.2	44.9	75.2	80.2	77.3	79.1	60.4	68.5
56	55.0	67.0	79.6	86.3	76.7	86.3	77.1	79.6	29.5	70.0	76.4	94.7	50.3	62.0	70.4	82.0	62.6	58.8	56.0	61.9	93.6	100.7	70.2	74.5	41.0	43.7	75.4	80.2	77.2	78.9	60.1	68.6
57	57.1	66.6	79.7	86.1	76.5	86.3	76.6	79.9	30.6	69.9	76.5	94.3	48.5	61.9	70.0	81.8	62.0	58.4	55.4	62.0	93.5	100.6	70.1	74.5	41.0	44.2	73.7	79.6	77.2	78.8	60.1	68.2
58	54.9	66.3	79.4	86.2	76.4	88.8	76.3	79.0	30.5	69.8	74.9	94.5	48.7	61.5	69.8	81.2	62.7	58.2	55.8	61.8	93.6	100.3	70.2	74.2	41.5	44.6	75.2	80.1	76.8	78.6	59.8	67.7
59	54.7	66.2	79.1	85.8	75.9	88.3	76.2	81.2	31.0	69.7	74.6	94.4	48.8	61.7	69.8	81.4	62.5	58.6	55.5	61.8	93.3	100.0	69.9	74.1	41.8	44.0	74.7	79.9	76.7	78.6	60.0	68.0
60	54.9	65.8	79.4	85.4	75.5	85.8	75.9	78.3	28.7	69.5	74.5	94.4	48.5	61.7	69.7	81.1	62.3	58.3	55.5	61.9	93.6	99.8	69.7	74.3	41.6	43.8	75.7	79.6	77.0	78.5	59.9	67.7
61	54.6	65.4	79.2	85.5	76.8	88.3	76.7	78.8	29.9	69.5	75.4	94.1	49.0	61.4	69.6	81.1	62.2	58.2	55.2	60.4	93.2	99.7	69.6	73.6	42.0	44.2	75.8	79.6	76.9	78.6	59.7	67.6
62	56.3	64.9	79.3	85.4	76.4	88.1	76.4	78.2	28.5	69.4	73.2	94.0	48.5	61.6	69.3	81.2	62.5	58.0	55.2	61.6	93.2	99.9	69.8	73.8	41.7	43.5	73.7	79.4	76.9	78.4	59.7	67.2
63	57.0	65.0	79.1	85.1	76.3	88.1	75.7	80.1	28.3	69.4	73.6	94.2	48.0	61.3	68.9	80.8	62.4	58.1	55.2	62.0	93.1	98.7	69.6	73.4	41.2	43.5	72.9	79.4	76.9	78.0	59.7	67.3
64	55.3	64.6	79.1	84.9	76.4	88.0	75.8	79.8	29.2	69.1	74.9	94.1	47.4	61.1	69.1	81.2	62.3	57.9	55.1	61.5	93.0	98.2	69.5	73.5	42.4	43.7	73.3	79.4	76.9	78.2	59.5	67.1
65	54.7	64.6	79.0	85.1	77.0	87.8	75.8	79.9	28.6	69.2	73.3	93.7	48.1	60.9	68.8	80.9	62.0	61.1	55.4	61.4	94.8	99.5	69.5	73.3	42.1	43.6	76.0	79.5	76.9	78.1	58.8	67.1
66	54.8	64.6	78.6	85.7	77.3	87.6	75.5	79.7	28.5	69.0	75.0	93.0	47.5	60.8	68.5	80.9	62.2	57.4	55.2	61.3	95.3	99.2	69.6	73.4	40.7	43.3	72.8	79.7	77.3	78.1	58.7	67.2
67	52.7	64.6	78.0	85.8	76.3	88.0	74.6	80.0	28.7	69.6	74.7	93.2	47.4	60.6	68.1	80.7	62.3	57.8	55.9	61.4	95.0	99.3	69.5	73.5	41.0	45.2	75.8	79.3	77.2	78.3	59.0	66.7
68	54.3	64.6	77.8	85.7	76.1	87.7	74.0	79.4	28.0	69.6	72.9	93.1	47.6	60.6	68.3	80.5	62.8	57.2	55.3	61.3	94.9	97.4	69.3	72.8	41.0	45.2	76.5	78.9	77.3	78.2	59.3	66.3
69	56.5	64.4	77.4	85.5	75.9	87.3	75.0	79.5	29.5	69.2	73.2	93.2	47.6	60.5	68.4	80.2	62.7	57.3	55.0	61.2	94.8	97.2	69.2	73.0	40.8	43.4	76.4	78.8	77.7	77.9	58.4	66.1
70	55.7	64.0	79.1	85.0	75.4	89.5	74.4	79.3	27.9	69.1	73.5	93.6	47.3	60.5	68.5	80.3	62.4	61.4	55.1	61.2	95.2	97.2	69.1	73.2	41.4	43.2	76.3	78.7	76.8	78.0	58.3	66.2
71	54.2	64.0	79.3	85.0	76.3	88.9	74.0	79.2	28.4	68.9	72.8	93.4	47.7	60.3	68.3	80.2	62.4	57.3	55.0	61.1	95.0	97.0	69.3	72.8	41.3	43.1	75.9	78.3	76.9	78.5	58.4	65.9
72	54.0	63.7	79.2	84.9	75.5	88.7	74.6	79.3	27.5	69.0	74.2	93.4	47.5	60.1	68.0	80.3	62.6	57.2	55.0	61.3	94.9	97.2	69.0	72.5	41.3	43.0	77.8	78.6	75.7	78.4	60.1	65.8
73	53.2	63.7	80.3	85.1	75.6	89.1	74.8	79.3	28.7	69.0	73.1	93.0	47.7	60.3	67.6	79.8	62.3	57.3	54.0	61.1	94.9	97.0	69.1	72.8	41.0	42.9	78.0	78.3	75.4	78.4	58.9	65.6
74	54.6	65.8	80.0	85.0	76.0	89.8	74.5	79.2	30.3	69.0	74.0	92.9	46.5	60.0	67.9	79.7	62.7	57.2	53.8	61.0	95.0	96.9	69.2	72.8	41.3	42.9	80.5	78.1	75.7	78.2	58.8	65.6
75	54.7	63.2	79.9	85.1	74.8	89.2	74.6	79.1	29.3	68.9	74.2	93.0	46.8	60.0	67.2	79.3	62.4	57.4	54.0	61.0	94.8	97.3	69.0	72.5	41.2	44.6	80.3	78.1	75.7	78.2	58.9	65.3
76	53.6	63.4	79.7	84.6	74.9	89.4	74.7	78.6	28.8	68.8	72.6	92.8	46.6	60.0	67.0	78.6	62.4	56.5	53.9	61.0	94.7	97.0	68.9	72.8	41.1	44.7	79.8	78.0	75.4	77.7	58.3	65.4
77	52.6	63.1	79.6	84.6	75.9	89.5	74.3	78.7	28.8	68.7	72.9	92.7	47.1	59.8	66.9	78.8	62.1	56.6	53.9	60.6	94.4	97.2	68.8	72.4	40.9	44.9	79.9	77.9	75.6	78.9	59.0	65.2
78	52.6	62.9	79.8	84.5	76.3	89.8	74.9	78.5	28.1	68.7	72.2	92.8	46.8	59.7	66.8	78.5	62.0	55.9	53.8	60.2	94.3	97.2	68.8	72.7	40.3	44.8	77.8	78.0	75.7	78.8	58.7	65.1
79	52.4	62.8	79.5	84.3	75.6	89.7	77.9	78.2	28.7	67.8	72.2	92.5	46.8	59.8	66.7	78.5	61.9	56.6	53.9	59.9	94.0	97.0	68.7	72.6	40.5	44.6	78.2	77.9	77.5	78.9	59.8	65.7
80	51.9	62.7	80.0	84.3	76.0	89.5	74.3	80.5	28.2	67.6	71.4	92.1	46.4	59.7	66.6	78.5	61.9	56.4	53.8	59.5	93.9	97.1	68.9	72.2	40.8	44.7	78.2	76.2	77.6	78.6	59.0	64.8
81	52.0	62.5	80.0	84.2	75.1	88.8	74.4	80.5	28.6	67.6	72.4	92.4	46.6	59.6	66.4	78.6	63.7	56.6	56.4	59.6	94.0	96.9	68.9	72.0	40.7	44.5	77.8	76.1	77.2	79.8	58.4	65.0
82	52.2	62.6	80.1	84.1	76.2	89.3	74.1	80.4	28.4	67.5	72.2	91.7	46.6	59.6	67.1	78.4	63.6	56.7	56.6	59.9	94.6	97.0	69.0	72.1	40.5	43.3	77.6	76.4	77.0	79.6	58.6	64.7
83	51.4	62.2	79.8	84.0	75.3	89.7	73.8	80.2	28.8	67.7	72.3	90.5	46.3	59.6	66.9	78.8	63.7	56.3	56.6	59.6	94.2	97.4	68.7	72.4	40.6	44.5	77.9	76.6	77.0	79.6	61.0	64.6
84	51.3	62.3	81.7	83.9	74.8	89.1	73.9	79.9	28.3	67.6	71.7	90.6	46.3	59.6	66.6	78.7	63.7	56.4	56.5	59.4	96.1	97.3	68.7	72.4	40.4	44.4	77.7	76.5	77.0	79.8	61.2	64.8
85	51.0	62.4	82.2	85.9	75.9	89.0	73.4	80.0	28.4	67.6	74.7	90.2	46.4	59.7	67.6	78.6	63.5	58.7	56.1	59.2	96.5	96.5	68.7	72.3	40.1	44.3	82.4	76.6	77.3	79.6	59.5	64.6
86	51.2	62.0	82.1	87.2	73.9	88.9	72.8	80.2	28.2	67.8	74.7	90.2	46.1	59.5	67.6	78.5	62.6	56.4	55.1	60.4	95.9	96.4	68.6	71.9	40.4	44.2	86.8	76.3	80.0	83.2	59.6	67.4
87	50.8	62.3	81.9	87.1	75.8	88.6	71.9	79.9	28.5	67.6	73.0	90.1	45.9	59.3	65.7	78.4	62.7	56.7	54.3	58.7	95.5	96.2	68.8	72.1	40.1	44.2	86.9	77.0	76.8	83.6	61.1	67.3
88	50.7	61.9	81.8	86.8	75.4	88.7	71.8	81.4	27.8	66.3	72.0	90.2	45.9	59.3	67.3	78.0	62.7	56.9	54.1	59.0	95.5	96.2	68.8	71.8	39.9	45.9	87.2	77.0	77.1	83.0	60.9	67.1
89	50.3	61.6	81.7	85.9	74.3	92.2	71.8	81.1	30.7	66.6	72.3	90.1	45.6	59.2	66.8	77.9	62.6	56.3	56.5	59.1	95.7	95.7	68.4	71.3	40.4	43.9	8					

101	50,6	55,9	85,2	87,0	76,8	93,3	68,4	80,0	27,9	65,5	70,6	90,8	45,2	59,2	65,6	78,2	62,0	58,9	65,2	63,7	95,5	92,9	68,6	71,2	39,6	43,4	84,8	76,0	79,4	82,6	60,5	68,3
102	50,4	56,6	84,8	90,1	76,8	93,1	68,3	80,0	27,7	65,4	70,9	90,6	45,7	58,6	65,3	78,0	62,1	59,0	64,8	63,4	95,2	92,7	68,5	70,6	39,5	43,5	84,6	76,1	79,2	82,1	60,6	68,2
103	50,4	55,7	84,5	89,5	76,6	93,4	68,3	79,8	27,9	65,0	71,9	90,2	45,2	58,8	64,5	79,7	62,3	59,0	65,0	62,9	95,7	92,9	68,3	70,6	39,4	43,4	84,4	78,0	78,7	82,4	60,4	68,5
104	50,7	56,5	85,0	89,7	76,7	93,3	68,0	79,6	27,5	65,4	71,2	90,0	45,2	58,9	64,1	80,1	62,0	58,8	65,1	62,7	95,2	93,1	68,1	71,7	39,5	43,4	84,4	78,2	78,6	82,1	59,2	68,4
105	50,0	55,7	84,7	89,4	76,5	92,5	68,3	79,4	27,2	65,0	71,4	89,2	45,1	58,3	64,1	79,7	62,1	63,5	64,9	62,8	95,0	92,8	67,5	71,7	39,5	43,1	84,1	78,1	78,5	82,0	59,1	69,3
106	50,0	55,7	84,8	89,2	76,6	93,4	68,0	79,5	27,5	65,0	71,2	89,5	45,0	58,4	64,0	78,2	62,3	62,9	64,9	63,3	95,2	96,9	67,6	71,7	39,3	44,8	85,0	77,5	78,3	82,0	59,0	69,2
107	49,9	55,3	84,6	89,3	76,7	92,9	68,2	78,7	27,5	64,9	71,0	89,5	45,2	58,6	63,7	78,4	62,2	63,0	64,9	62,5	95,0	97,3	67,5	72,9	39,4	43,1	84,8	78,1	78,0	82,1	60,4	69,2
108	49,7	55,2	84,6	89,3	76,4	92,5	66,8	78,2	27,5	64,8	71,0	89,3	45,0	58,6	64,0	78,2	62,2	63,1	64,9	62,6	94,8	99,6	67,3	72,6	38,8	43,3	85,2	78,4	78,0	82,1	58,7	69,0
109	50,0	55,2	84,5	89,5	76,3	92,8	66,6	78,9	27,9	65,0	76,9	89,3	43,6	58,1	63,6	78,5	61,8	63,4	64,9	62,4	94,4	99,7	68,8	72,8	39,3	43,0	85,1	77,7	78,0	82,1	58,5	68,8
110	49,7	56,0	84,5	89,4	75,1	92,6	66,8	78,7	27,0	64,8	71,0	89,3	45,0	58,0	63,5	78,3	61,8	63,5	64,8	62,5	94,3	99,4	68,6	72,6	39,2	43,0	84,1	80,3	77,9	82,3	57,1	68,7
111	49,6	54,9	84,3	89,1	75,1	92,2	66,2	78,4	27,1	65,2	76,8	88,6	44,8	58,1	63,1	78,3	62,8	63,2	64,9	62,5	94,5	98,8	68,8	72,2	39,0	41,9	83,8	80,1	78,0	81,9	56,9	68,7
112	49,6	55,7	84,0	93,6	75,1	92,5	66,4	78,5	27,2	65,1	76,8	89,8	45,2	58,2	63,2	78,3	63,5	63,5	64,9	62,9	94,0	99,0	68,5	71,9	38,9	41,6	83,6	80,3	77,9	82,5	56,9	68,7
113	49,1	54,9	84,0	93,5	75,6	92,0	66,1	78,4	27,5	64,9	76,6	89,6	44,7	57,9	63,3	78,3	63,2	63,6	64,7	63,0	94,6	99,1	68,6	71,9	39,3	42,0	82,3	80,1	77,8	82,2	56,8	68,8
114	49,0	54,8	80,9	93,6	75,2	92,6	66,0	78,4	27,9	64,9	76,5	88,4	45,2	57,9	63,5	78,3	61,6	54,8	64,8	62,8	94,0	99,0	66,6	71,8	38,9	42,1	83,6	79,9	77,7	81,8	56,5	68,4
115	48,8	54,7	81,4	89,7	75,5	92,0	66,3	79,2	27,4	64,9	76,3	89,3	44,7	57,6	63,2	78,5	61,5	54,7	64,8	62,9	94,7	99,0	67,0	70,0	41,9	38,1	82,6	80,0	78,3	82,3	57,0	69,7
116	48,6	54,6	81,2	89,3	75,7	91,9	65,8	78,9	27,1	64,8	76,4	90,2	44,4	57,8	63,2	78,3	61,6	54,6	64,8	62,8	94,1	99,3	65,0	70,1	39,0	41,8	82,6	79,9	78,2	81,9	56,7	69,6
117	48,4	54,8	81,4	89,5	75,5	92,0	66,1	79,7	27,4	64,8	76,6	89,4	44,3	57,5	63,0	78,4	60,7		64,7	62,8	94,5	99,6	64,4	70,3	38,8	41,7	82,0	79,9	78,4	81,8	56,7	70,5
118	48,7	59,8	80,8	88,0	74,9	92,0	66,1	79,4	27,4	65,4	76,8	88,9	44,2	58,5	63,0	78,2	60,8		64,7	62,8	94,5	99,2	64,6	69,9	39,0	41,6	82,9	83,8	78,0	81,5	63,3	69,5
119	48,1	59,4	81,1	88,8	75,1	91,5	65,6	79,5	27,2	64,8	76,5	89,3	44,4	57,7	62,9	77,7	64,1		64,6	63,5	93,5	99,5	67,0	69,6	38,6	41,7	83,1	84,0	78,3	82,1	63,3	69,9
120	47,9	59,4	80,7	89,3	74,8	91,8	65,7	79,3	27,0	64,4	82,9	92,7	44,5	57,6	62,8	77,5	65,5		64,4	63,6	93,8	99,0	66,7	69,9	38,4	41,4	82,9	82,3	78,2	81,4	63,6	69,4
121	47,9	59,7	80,6	87,9	74,6	90,6	63,6	79,5	27,0	64,1	83,3	92,6	44,2	57,8	62,5	77,6	64,2		64,4	63,4	93,5	98,6	66,7	69,7	38,7	41,5	83,1	85,3	78,2	81,7	65,2	69,3
122	47,8	59,7	80,4	87,6	74,8	92,3	63,9	79,6	27,0	64,3	82,9	92,1	43,9	58,3	62,4	77,6	63,7		64,3	54,8	93,3	99,1	66,8	70,0	38,5	41,5	82,7	84,1	78,0	81,4	66,7	69,6
123	47,8	59,9	85,2	87,6	74,5	92,3	64,0	79,4	27,6	64,2	83,0	92,3	43,5	57,6	62,4	77,7	63,8		64,4	54,6	93,5	101,8	66,6	70,1	39,2	41,5	83,7	83,8	78,1	81,2	66,2	69,4
124	47,3	59,7	85,0	87,4	74,5	92,2	65,6	79,2	27,1	64,0	83,0	92,0	43,6	57,9	62,5	77,5	63,8		54,6	93,3	98,0	67,1	70,4	38,8	41,5	83,5	85,2	78,1	81,4	66,6	69,4	
125	47,2	64,5	84,9	87,4	74,6	92,0	64,1	79,6	26,2	64,1	66,3	91,2	44,5	57,5	62,4	77,5	64,5		54,6	93,3	98,3	64,0	69,2	39,0	41,3	83,4	85,7	77,9	81,4	66,8	69,5	
126	47,2	64,0	85,0	88,0	74,9	92,1	64,9	74,1	24,9	64,2	75,3	98,2	44,7	57,8	62,3	77,5	64,4			55,0	92,0	99,5	65,0	69,4	38,8	41,3	83,3	83,7	77,9	81,3	65,2	69,4
127	47,1	65,0	85,0	87,7	74,1	92,2	63,4	73,5	25,5	64,1	75,2	98,8	44,9	57,3	62,5	76,9	64,6		54,8	92,1	99,0	65,6	69,5	39,3	41,9	83,1	86,0	77,1	81,2		71,0	
128	47,0	64,9	85,4	87,9	74,0	92,7	65,0	73,6	25,2	64,0	76,0	98,0	45,6	57,5	62,5	76,8	64,3		54,6	92,0	98,3	65,7	69,4	38,9	41,9	82,9	83,5	77,0	80,8		75,1	
129	47,0	64,8	85,3	87,1	74,5	92,3	64,7	73,4	25,3	64,3	75,1	97,8	45,0	57,5	62,5	77,0	76,1		54,6	92,4	98,5	65,9	69,4	42,3	41,9	83,1	84,4	77,8	80,1		71,4	
130	46,9	64,7	85,4	87,4	74,2	92,4	64,5	72,8	25,2	64,2	75,2	97,6	45,2	55,5	62,7	77,0	76,3		54,6	91,8	98,4	70,1	69,5	39,2	41,8	82,9	84,3	77,8	80,0		71,4	
131	49,1	64,8	85,3	87,9	74,7	92,2	64,4	72,7	24,9	64,0	75,8	97,4	45,2	55,6	62,1	77,0	76,0		54,1	92,0	99,1	70,8	70,9	39,3	41,6	83,7	85,8	77,2	80,7		71,1	
132	49,4	64,5	85,8	87,6	74,1	92,6	63,4	72,9	25,7	61,6	75,4	97,4	44,8	54,3	62,5	77,3	75,8		54,8	92,0	99,4	67,8	70,8	42,9	41,6	82,8	85,6	77,6	80,7		71,4	
133	49,2	64,7	86,4	87,7	74,1	92,0	64,1	73,0	26,0	61,7	74,9	98,1	45,7	56,4	62,8	76,3	76,1		54,4	91,9	99,7	69,2	70,8	43,1	41,6	83,6	85,7	77,0	80,8		71,3	
134	49,0	64,6	86,4	88,1	74,4	91,8	63,0	72,9	25,5	61,6	75,2	97,0	45,0	57,3	62,7	76,1	75,6		54,2	92,0	99,1	70,0	70,8	39,2	41,6	83,2	85,8	77,0	80,7		71,4	
135	48,9	65,9	86,4	88,1	74,5	97,1	63,7	72,7	26,5	61,5	75,7	96,7	45,3	57,2	62,6	77,2	75,0		53,9	92,1	98,3	69,3	70,6	42,9	41,6	82,8	84,7	77,2	81,0		71,4	
136	48,8	65,9	86,0	87,5	74,6	96,9	65,5	72,7	26,0	62,2	75,6	96,9	45,4	57,1	62,2	75,9	74,9		54,1	90,7	99,2	70,8	70,6	39,3	41,5	82,7	84,6	77,0	80,8		71,2	
137	48,7	65,6	85,9	87,3	74,2	96,4	63,9	72,7	26,0	61,5	75,9	97,9	45,4	57,1	62,0	77,3	76,0		53,9	89,5	98,9	70,0	70,7	39,1	41,7	82,6	84,5	77,0	81,3		71,6	
138	46,3	65,2	84,9	87,4	76,1	96,8	63,3	72,7	25,9	61,5	75,8	96,8	45,3	57,4	62,0	77,0	75,4		53,8	89,7	99,0	70,8	70,5	39,5	41,4	82,9	84,4	76,9	81,3		71,1	
139	45,9	65,7	90,1	87,5	75,8	96,7	63,5	72,6	26,1	61,7	75,5	97,4	46,8	57,6	62,2	77,1	74,8		53,9	89,7	98,3	70,2	70,4	42,8	42,7	82,9	83,8	76,9	81,3		71,0	
140	48,1	65,7	90,1	86,6	75,6	95,8	63,3	72,6	27,1	59,0	74,9	98,2	47,8	57,6	61,9	77,1	74,2		53,9	89,3	98,8	70,7	73,4	39,0	42,9	83,3	84,3	76,9	81,2		71,1	
141	48,2	65,5	89,9	86,7	72,6	96,4	63,1	72,5	26,9	58,6	75,2	97,2	47,6	57,5	60,5	77,1	74,6		53,8	89,0	98,9	68,2	73,3	39,2	42,8	83,5	84,4	76,9	80,7		70,9	
142	48,2	65,5	89,6	86,8	72,3	97,2	61,7	72,9	26,5	58,4	75,0	97,3	46,0	57,4	60,4	77,1	74,1		53,9	89,2	98,8	67,9	73,5	39,2	42,9	82,1	84,1	76,8	80,8		7	

	Cola 366																														
	Borne										Cerne																				
Pinho Sem Tratamento	25	23	36,8	34,5	28,1	31,7	68,9	13,6	12,7	20,6	20,4	30	73,4	58,5	54,8	55,6	71,7	71,9	100	102	69,2	22,96	8,12	15,6	60,7	56,7	61,2	63,6	71	61	
Pinho Secagem Excessiva	50	61	57,4	80	73,4	90,4	86,7	83,6	82,7	66,1	81,7	78,2	96,9	80,5	88,6	86,9	72,4	75,4	101	91,9	92,7	75,25	76,7	61,5	86,1	87,5	81,3	74,6	72,9	75	
Pinho Extração Água	71	59	67,5	82,7	78,2	69,9	76	72,3	76,9	74,8	81,3	82,3	72,1	78	75,4	68,9	66,2	67,4	90,9	82,9	87,1	98,27	102	108	80	76,1	83	79,5	67,9	60	
Pinho Envelhecimento	73	80	84	64,1	50,8	55,8	62,8	82,8	67,4	88,9	88,2	74,1	72,2	65,3	67,8	54,5	65,4	58,6	72,8	85,1	73,7	99,2	86,6	78,1	58,6	54,4	72,5	67,8	70,3	61	
Pinho Ardido Sem Tratamento	21	9,9	22,2	17,5	30,5	24,5	27,1	31,8	23,1	22,6	29,7	26,2	37,2	29,6	32,8	19,8	22,3	20,6	74,4	76,8	76	52,3	77,4	69,9	62,2	63,6	61,6	68,3	65,8	60	
Pinho Ardido Secagem Excessiva	117	57	69,2	76,8	57,6	70,2	53,6	40,4	49,8	70	80,1	76,8	74,5	73,8	82	69,1	81,5	73,6	100	86,3	71,6	106,5	95,5	102	85,3	79,7	76	84,7	93,5	87	
Pinho Ardido Extração Água	56	52	45,6	48,5	49,1	56,2	44,9	37,6	40,9	45,4	38,8	32,6	48,2	44,1	44,4	40,9	44,3	34,1	49,8	50,4	64,8	59,26	61	57	57,3	56,9	51,2	48,1	64,8	66	
Pinho Ardido Envelhecimento	64	67	50,6	53,5	56,9	65,5	67,7	70,5	72,7	54,9	63,7	64,5	72,1	68,5	70,6	59,2	60,1	55,8	76,5	71,6	75,9	69,82	79,6	84,1	86,2	94,8	80	71,1	68,5	71	
Eucalipto Sem Tratamento	70	68	74,9	66,8	44,3	50,6	54,1	56,8	62,3	58,8	60	58	61	53	53,1	69,8	58,8	53,1	66,7	69	61,5	63,51	54,9	68,3	46,7	44,1	43,2	57,5	63,2	55	
Eucalipto Secagem Excessiva	55	55	63,4	47,9	58,3	61,8	64,9	58,8	64,6	63,8	60,9	57,9	45,5	34	44,3	53,9	58,5	51,5	65,1	65,5	56,9	51,97	60,6	53,8	49,6	53,6	59,7	61,4	71,3	70	
Eucalipto Extração Água	69	79	67,5	96,2	88	96,5	90,6	91	82,9	93,7	91,6	87	104	97	90,3	107	104	104	84,9	94,9	107	107,1	91,4	103	108	107	111	77,7	77,7	78	
Eucalipto Envelhecimento	67	64	67	72	75,6	71,3	66,5	78	75,3	55,3	67,4	63,6	72,2	64,5	63	68,8	69,7	61,3	75,2	77,2	84,5	64,99	71	80,9	61,5	58,4	66,4	67,2	65,2	63	
Eucalipto Ardido Sem Tratamento	33	34	35,1	21,9	20,4	23,3	26	19	23,4	44,1	35,1	43	58,2	50,6	44,3	53,9	58,5	49,9	64,8	43,1	47,4	46,5	28,01	35,4	34,3	32,8	39,6	45,8	36,2	43,9	52
Eucalipto Ardido Secagem Excessiva	92	88	76,1	38,5	40,9	47,9	83,8	81,2	80,5	92	93,1	109	59,8	60,8	62,3	56,9	52,7	49,4	84,1	91,5	92,7	65,75	72,3	74,4	80,5	83,7	70,1	60,9	60,9	68	
Eucalipto Ardido Extração Água	82	79	85,5	64,5	65,9	69,3	89,7	84,3	66,1	86,6	77,8	75,4	63,8	70,2	67,2	75,9	78,9	79,7	80,7	79,6	74,6	84,41	82	78,3	68,7	73,2	77,9	74,7	79,2	68	
Eucalipto Ardido Envelhecimento	48	57	51,8	65	55,9	70,2	49,6	46,6	44,1	66	73,8	65,1	56,1	48,5	41,1	70,2	55,3	54,2	88,8	72,2	79,9	64,07	59,2	51,4	59,8	29,3	48,2	58,4	64,9	63	

Borne			Cerne		
Média	Desvio	Desvio/2	Média	Desvio	Desvio/2
40,64	21,468	10,7338	57,7	29,59	14,7946
77,34	12,218	6,1088	81,34	10,87	5,43507
73,32	6,2827	3,14134	84,65	13,84	6,91855
69,74	11,506	5,75311	73,36	12,68	6,33978
24,88	6,4674	3,23372	67,32	7,893	3,94665
70,67	16,387	8,1937	88,99	10,7	5,34821
44,66	6,5832	3,29159	57,2	6,268	3,13394
63,22	6,8318	3,41588	77,41	7,956	3,97777
59,66	7,9596	3,9798	57,77	9,224	4,61199
55,55	8,2984	4,14919	59,99	7,121	3,56047
91,16	11,276	5,63793	95,58	13,06	6,5291
67,91	5,6473	2,82365	69,59	8,184	4,09199
38,02	14,35	7,17519	39,62	8,61	4,30499
70,31	20,748	10,3741	75,43	11,01	5,50487
75,7	8,3126	4,15629	76,79	5,042	2,52083
56,56	9,7747	4,88734	61,62	15,24	7,61889

	Cola 360																													
	Borne										Cerne																			
Pinho Sem Tratamento	34	21	36,9	16,2	15,1	27,3	44,6	47,1	63	46	59,8	82,6	64	59,5	63,1	56	70,1	59,9	104	83,4	95,3	46,44	40	29,9	52	52,4	61,5	55	56,5	39
Pinho Secagem Excessiva	55	54	52,2	97,6	82,5	73,1	73,7	68,1	75,6	93,5	84,8	88,7	89,8	78,3	99,1	73,5	82,3	82,5	98,9	99,9	89,6	64,31	75,1	64,4	88,6	86,6	80,7	77,2	77,9	73
Pinho Extração Água	83	82	86,5	92,7	89,2	93,9	79,6	69,4	71,6	87,7	88,7	90,5	94,6	79,1	82,5	86,8	76,2	73,3	84,5	82,7	87,2	92,41	88,2	103	92,6	92,8	95	92,2	98,9	91
Pinho Envelhecimento	78	62	52,6	35,7	49,2	43,3	49	46,5	17,6	70,3	61,5	65,6	41,3	67,7	52,8	40	60,9	36,1	61,6	53,4	54,2	56,16	88,4	60	48,1	44,2	49,3	36,9	34,4	38
Pinho Ardido Sem Tratamento	17	31	29,9	25,6	22,8	23,9	18,2	24,7	31,8	24,8	20,2	22,4	39,1	39,5	27,7	13,6	14,2	65,6	56,1	59	65,8	54,36	27,3	35,1	54,6	67,5	37	36	55,7	32
Pinho Ardido Secagem Excessiva	83	54	97,7	84,9	72,8	63,8	58,6	54,2	58,1	86,2	63,9	73,2	83,2	77,6	82	71,8	72,9	105	114	76	104,36	103	82,3	75,2	73,4	95,3	90,7	77,1	89	
Pinho Ardido Extração Água	80	65	72,4	46	51,5	58,1	44,9	44,3	68,7	30,2	24,9	35,9	42,8	39,7	41,9	39,2	31	25,5	65,2	58,9	67,9	66,91	62,3	55,7	51,3	54,9	62,1	50,1	50,9	55
Pinho Ardido Envelhecimento	33	38	35,4	45,6	53	56,5	56	46,6	49,1	57,4	65,4	48,6	54	59,9	68,3	41,9	52,7	48,6	56,6	61,2	59,8	77,06	74,9	65,5	47,3	52,1	32,5	66,6	63	63
Eucalipto Sem Tratamento	57	60	58,6	45,6	54,2	42,9	40,5	41,8	52,7	70,2	61,6	61,8	52,1	52,1	52,8	70,2	70,3	69,6	53,8	52,2	55,3	56,39	64,2	51,4	52,2	59,2	80	55,3	56,7	49
Eucalipto Secagem Excessiva	69	65	69,9	58,6	42,5	60,6	70	58	63,4	74,9	61	57,3	56,3	62,5	58	55,8	64,8	58,9	64,3	58,1	55,2	51,37	56,7	54,3	60,5	53	55,2	68	69	65
Eucalipto Extração Água	73	62	59,7	72,6	80,5	70,7	101	96	88,6	94,7	86,2	91,8	84	91,1	78,1	90,3	80,4	90,1	88,4	90,6	85,5	89,52	88,7	90,1	106	110	120	75,6	70,6	78
Eucalipto Envelhecimento	57	58	60,5	59,7	60,7	70,7	64,4	61,1	66,2	59,2	54,7	59,2	60,2	55,4	57,9	66,8	64,4	68,7	69,2	72,6	75,3	73,83	72,1	68,5	63,7	59	61,1	74,1	65,3	65
Eucalipto Ardido Sem Tratamento	41	40	38,5	48,8	47,2	46,9	53,8	51	56,9	48,3	46,1	49,7	50,7	51,9	63,2	55,1	64,3	56,7	59,7	57	61,8	50,64	53,7	63,5	31,6	50,2	48,5	55,7	57,2	52
Eucalipto Ardido Secagem Excessiva	72	66	64,3	41,9	31,7	43,3	79,1	87,2	79,4	78,5	74,1	81,2	51,7	53	66,3	47,7	49,6	45,5	65,1	57,1	73,7	76,05	66,8	61	72,2	72,7	78,9	60,2	62,3	70
Eucalipto Ardido Extração Água	78	71	77,2	71,8	67,3	72,2	83,9	94,4	73,7	88,9	86	82,9	75,6	75,6	74,9	81,6	81,4	87,6	81,1	78,1	78,9	93,58	83,8	100	89,9	81,5	71,8	81,2	75,6	75
Eucalipto Ardido Envelhecimento	65	55	55,6	71,4	66,6	60,3	57,3	52,7	60,8	65	79,1	61,5	44,6	50,4	49,5	63,5	61,7	64,9	92,2	76,2	78,2	64,33	54,4	56,3	58,6	58,6	56,6	66,2	55,2	59

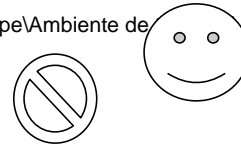
Borne			Cerne		
Média	Desvio	Desvio/2	Média	Desvio	Desvio/2
48,1	19,499	9,74935	59,61	22,97	11,4845
78	14,094	7,04689	81,39	11,71	5,85605
83,77	7,6667	3,83336	91,75	5,711	2,8556
51,62	14,885	7,4426	52,03	14,54	7,27079
27,33	12,043	6,0214	48,37	13,94	6,97144
73,36	12,504	6,25194	90,21	13,67	6,83501
46,75	16,192	8,0959	58,44	6,346	3,17323
50,6	9,5636	4,78179	59,97	12,07	6,03721
56,34	9,8661	4,93305	57,12	8,25	4,12484
61,5	7,2307	3,61533	59,18	5,979	2,98939
82,8	11,619	5,80933	91,06	14,41	7,20528
61,63	6,465	3,23249	68,32	5,437	2,7187
50,53	7,1381	3,56903	53,42	8,339	4,16962
61,78	16,522	8,26118	67,97	6,939	3,46943
79,17	7,2104	3,60522	82,54	8,251	4,12573
60,27	8,3436	4,17181	64,64	11,72	5,85993

	Cola 345																													
	Borne										Cerne																			
Pinho Sem Tratamento	53	53	55,2	39,4	32,4	29	65,8	64	69,4	53,1	39,7	53,4	64,3	61,4	74,3	44,4	69,3	56,9	57,9	67,6	89,8	46,13	76,5	58,1	61	57,2	52,9	62,8	70,6	74
Pinho Secagem Excessiva	50	69	54,7	85,4	74,6	64,6	67,6	80																						

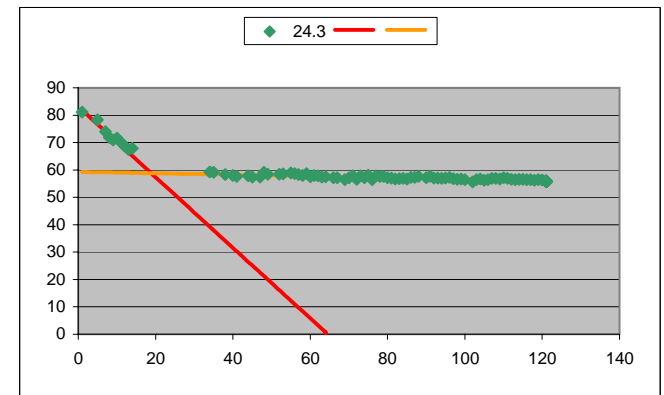
Ângulos de Contacto de Água, Formamida e Bromonaftaleno
 Cálculo do Tempo Ótimo de Medição
 (exemplo de intercepção de 2 rectas obtidas nas fases de espalhamento e difusão)

R1 R2 X Y
 0,960469 0,612788 18,84522 58,81672
 43
 4 25
 m -1,28783 -0,02623
 b 83,08609 59,31095
 R2 0,960469 0,612788

41
 C:\Documents and Settings\mpmfilipe\Ambiente de
 0
 0
 Linha 5
 Coluna 20
24.3 18,85 seg
 121



			X	Y		Ya	Yb
1	81,1	1	1	1	81,1	81,79826	59,28473
2			5	5	78,3	76,64696	59,17982
3			7	7	74	74,0713	59,12737
4			8	8	71,9	72,78348	59,10115
5	78,3	2	9	9	71	71,49565	59,07492
6			10	10	71,6	70,20783	59,04869
7	74	3	11	11	70,1	68,92	59,02247
8	71,9	4	12	12	68,7	67,63217	58,99624
9	71	5	13	13	67,5	66,34435	58,97002
10	71,6	6	14	14	67,9	65,05652	58,94379
11	70,1	7	34	34	59,3	39,3	58,41927
12	68,7	8	35	35	59,2	38,01217	58,39305
13	67,5	9	38	38	58,3	34,1487	58,31437
14	67,9	10	40	40	58	31,57304	58,26192
15			41	41	57,6	30,28522	58,23569
16			44	44	57,9	26,42174	58,15701
17			45	45	57,4	25,13391	58,13079
18			47	47	57,4	22,55826	58,07834
19			48	48	59,1	21,27043	58,05211
20			49	49	58,5	19,98261	58,02588
21			52	52	58,4	16,11913	57,94721
22			53	53	58,6	14,8313	57,92098
23			55	55	58,9	12,25565	57,86853
24			56	56	58,7	10,96783	57,8423
25			57	57	58,3	9,68	57,81608
26			58	58	58	8,392174	57,78985
27			59	59	58,7	7,104348	57,76363
28			60	60	57,5	5,816522	57,7374
29			61	61	58	4,528696	57,71117



30			62	62	57,8	62	3,24087	57,68495	3,24087	57,68495
31			63	63	57,4	63	1,953043	57,65872	1,953043	57,65872
32			64	64	57,5	64	0,665217	57,6325	0,665217	57,6325
33			66	66	57,2	64	0,665217	57,58004	-1,91043	57,58004
34	59,3	11	67	67	57,1	64	0,665217	57,55382	-3,19826	57,55382
35	59,2	12	69	69	56,5	64	0,665217	57,50137	-5,77391	57,50137
36			70	70	57,1	64	0,665217	57,47514	-7,06174	57,47514
37			71	71	57,9	64	0,665217	57,44892	-8,34957	57,44892
38	58,3	13	72	72	56,6	64	0,665217	57,42269	-9,63739	57,42269
39			73	73	57,9	64	0,665217	57,39646	-10,9252	57,39646
40	58	14	74	74	57,2	64	0,665217	57,37024	-12,213	57,37024
41	57,6	15	75	75	58,1	64	0,665217	57,34401	-13,5009	57,34401
42			76	76	56,5	64	0,665217	57,31779	-14,7887	57,31779
43			77	77	57,9	64	0,665217	57,29156	-16,0765	57,29156
44	57,9	16	78	78	57,6	64	0,665217	57,26533	-17,3643	57,26533
45	57,4	17	79	79	57,6	64	0,665217	57,23911	-18,6522	57,23911
46			80	80	57,2	64	0,665217	57,21288	-19,94	57,21288
47	57,4	18	81	81	57	64	0,665217	57,18666	-21,2278	57,18666
48	59,1	19	82	82	56,7	64	0,665217	57,16043	-22,5157	57,16043
49	58,5	20	83	83	56,8	64	0,665217	57,1342	-23,8035	57,1342
50			84	84	56,9	64	0,665217	57,10798	-25,0913	57,10798
51			85	85	56,7	64	0,665217	57,08175	-26,3791	57,08175
52	58,4	21	86	86	57,3	64	0,665217	57,05553	-27,667	57,05553
53	58,6	22	87	87	57,3	64	0,665217	57,0293	-28,9548	57,0293
54			88	88	57,6	64	0,665217	57,00308	-30,2426	57,00308
55	58,9	23	90	90	57,2	64	0,665217	56,95062	-32,8183	56,95062
56	58,7	24	91	91	57,7	64	0,665217	56,9244	-34,1061	56,9244
57	58,3	25	92	92	57	64	0,665217	56,89817	-35,3939	56,89817
58	58	26	93	93	57	64	0,665217	56,87195	-36,6817	56,87195
59	58,7	27	94	94	56,9	64	0,665217	56,84572	-37,9696	56,84572
60	57,5	28	95	95	57	64	0,665217	56,81949	-39,2574	56,81949
61	58	29	96	96	57,3	64	0,665217	56,79327	-40,5452	56,79327
62	57,8	30	97	97	56,8	64	0,665217	56,76704	-41,833	56,76704
63	57,4	31	98	98	56,6	64	0,665217	56,74082	-43,1209	56,74082
64	57,5	32	99	99	56,7	64	0,665217	56,71459	-44,4087	56,71459
65			100	100	56,5	64	0,665217	56,68836	-45,6965	56,68836
66	57,2	33	102	102	55,6	64	0,665217	56,63591	-48,2722	56,63591
67	57,1	34	103	103	56,4	64	0,665217	56,60969	-49,56	56,60969
68			104	104	56,7	64	0,665217	56,58346	-50,8478	56,58346
69	56,5	35	105	105	56,2	64	0,665217	56,55724	-52,1357	56,55724
70	57,1	36	106	106	56,5	64	0,665217	56,53101	-53,4235	56,53101

71	57,9	37	107	107	56,9	64	0,665217	56,50478	-54,7113	56,50478
72	56,6	38	108	108	56,9	64	0,665217	56,47856	-55,9991	56,47856
73	57,9	39	109	109	56,7	64	0,665217	56,45233	-57,287	56,45233
74	57,2	40	110	110	57,2	64	0,665217	56,42611	-58,5748	56,42611
75	58,1	41	111	111	56,9	64	0,665217	56,39988	-59,8626	56,39988
76	56,5	42	112	112	56,6	64	0,665217	56,37365	-61,1504	56,37365
77	57,9	43	113	113	56,5	64	0,665217	56,34743	-62,4383	56,34743
78	57,6	44	114	114	56,6	64	0,665217	56,3212	-63,7261	56,3212
79	57,6	45	115	115	56,6	64	0,665217	56,29498	-65,0139	56,29498
80	57,2	46	116	116	56,5	64	0,665217	56,26875	-66,3017	56,26875
81	57	47	117	117	56,5	64	0,665217	56,24252	-67,5896	56,24252
82	56,7	48	118	118	56,2	64	0,665217	56,2163	-68,8774	56,2163
83	56,8	49	119	119	56,5	64	0,665217	56,19007	-70,1652	56,19007
84	56,9	50	120	120	56,3	64	0,665217	56,16385	-71,453	56,16385
85	56,7	51	121	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
86	57,3	52	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
87	57,3	53	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
88	57,6	54	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
89			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
90	57,2	55	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
91	57,7	56	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
92	57	57	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
93	57	58	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
94	56,9	59	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
95	57	60	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
96	57,3	61	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
97	56,8	62	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
98	56,6	63	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
99	56,7	64	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
100	56,5	65	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
101			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
102	55,6	66	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
103	56,4	67	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
104	56,7	68	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
105	56,2	69	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
106	56,5	70	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
107	56,9	71	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
108	56,9	72	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
109	56,7	73	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
110	57,2	74	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
111	56,9	75	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762

Anexo K

Ângulos de Contacto de Água, Formamida e Bromonaftaleno
 Cálculo do Tempo Óptimo de Medição
 (exemplo de intercepção de 2 rectas obtidas nas fases de espalhamento e difusão)

112	56,6	76	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
113	56,5	77	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
114	56,6	78	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
115	56,6	79	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
116	56,5	80	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
117	56,5	81	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
118	56,2	82	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
119	56,5	83	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
120	56,3	84	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
121	55,9	85	#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
122			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
123			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
124			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
125			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
126			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762
127			#N/D	121	55,9	64	0,665217	56,13762	-72,7409	56,13762

	T médio	Ang médio	n° amostras
Bromonftleno			
eucalipto sem tratamento	8,52164	19,2382577	6
eucalipto ardido sem tratamento	8,923444	21,4045918	8
Agua			
pinho sem tratamento	6,58309	70,2615899	16
pinho ardido sem tratamento	7,141858	30,5284975	13
eucalipto sem tratamento	7,606024	42,6806554	27
eucalipto ardido sem tratamento	8,82272	59,9546457	14
Formamida			
pinho sem tratamento	3,025218	38,3915637	5
pinho ardido sem tratamento	3,668504	30,1123528	3
eucalipto sem tratamento	4,861014	23,2826539	24
eucalipto ardido sem tratamento	5,772807	33,994656	23

Média dos ângulos

5 segundos	Água	Formamida	Bromonaftaleno
Pinho sem tratamento - Borne	76,27	16,41	0,00
Pinho sem tratamento - Cerne	89,91	30,72	4,23
Pinho secagem excessiva - Borne	89,51	54,80	6,34
Pinho secagem excessiva - Cerne	89,74	59,34	5,38
Pinho extração com água - Borne	89,03	43,42	2,95
Pinho extração com água - Cerne	90,70	45,98	9,93
Pinho envelhecimeno - Borne	78,60	43,13	0,48
Pinho envelhecimeno - Cerne	71,08	45,35	3,52

8 segundos	Água	Formamida	Bromonaftaleno
Pinho sem tratamento - Borne	65,75	5,68	0,00
Pinho sem tratamento - Cerne	81,00	21,05	2,23
Pinho secagem excessiva - Borne	84,81	42,75	5,25
Pinho secagem excessiva - Cerne	86,20	53,97	5,09
Pinho extração com água - Borne	82,61	31,15	0,00
Pinho extração com água - Cerne	86,26	40,93	6,36
Pinho envelhecimeno - Borne	75,75	32,02	0,00
Pinho envelhecimeno - Cerne	63,02	37,41	2,48

Desvio padrão

Água	Formamida	Bromonaftaleno
11,29	16,00	0,00
16,69	23,68	6,23
7,86	21,07	11,89
8,98	14,44	8,11
4,85	21,07	6,13
8,62	14,44	8,88
21,07	21,07	1,55
14,44	14,44	7,25

Água	Formamida	Bromonaftaleno
12,37	12,48	0,00
11,74	21,10	4,16
8,25	16,18	11,58
9,58	14,85	7,71
5,01	16,18	0,00
9,47	14,85	7,68
16,18	16,18	0,00
12,88	14,85	6,86

1,08	-3,52	0,00
-4,95	-2,59	-2,07
0,39	-4,89	-0,31
0,60	0,40	-0,41
0,16	-4,89	-6,13
0,85	0,40	-1,20
-4,89	-4,89	-1,55
-1,56	0,40	-0,40

Cálculo das tensões superficiais

$$(1+\cos\theta) \cdot TL = 2(TSLW \cdot TLLW)^{1/2} + (TS(+)*TL(-))^{1/2} + (TS(-)*TL(+))^{1/2}$$

$$TSLW = (TL \cdot (1 + \cos\theta)^2) / 4$$

	TL	TLW	TLAB	TL+	TL-
α-	44,4	44,4	0	0	0
Bromonaftaleno					
Formamida	58	39	19	2,28	39,6
Água	72,8	21,8	51	25,5	25,5

5 segundos

	TS-total	TSLW	TSAB	TS+	TS-	Yformamida	Yagua	Xformamida	Xagua	%LW	%AB
Pinho sem tratamento - Borne	46,47387729	44,4	2,073877294	5,330335	0,201721	10,07095799	2,757885665	4,1675438		1 95,5375	4,462
Pinho sem tratamento - Cerne	49,60526527	44,27894611	5,326319162	5,065036	1,40027	8,195991365	1,067233248	4,1675438		1 89,2626	10,74
Pinho secagem excessiva - Borne	44,76275283	44,12886941	0,633883414	0,279309	0,359644	2,802238866	1,128200864	4,1675438		1 98,5839	1,416
Pinho secagem excessiva - Cerne	44,45282811	44,20478356	0,248044555	0,016538	0,93008	1,500351022	1,093006313	4,1675438		1 99,442	0,558
Pinho extração com água - Borne	44,98457496	44,34104885	0,643526108	1,966808	0,052639	5,615252246	1,1729965	4,1675438		1 98,5695	1,431
Pinho extração com água - Cerne	44,58183143	43,73690006	0,844931368	1,754032	0,101753	5,200503231	1,005412046	4,1675438		1 98,1048	1,895
Pinho envelhecimento - Borne	47,35024313	44,39842023	2,951822906	1,016169	2,143653	5,665223762	2,472174241	4,1675438		1 93,766	6,234
Pinho envelhecimento - Cerne	47,4951533	44,31643406	3,178719232	0,315589	8,004287	5,170398354	3,39095786	4,1675438		1 93,3073	6,693

8 segundos

Pinho sem tratamento - Borne	52,3990998	44,4	7,999099799	4,542182	3,521743	10,7586653	4,007870418	4,1675438		1 84,7343	15,27
Pinho sem tratamento - Cerne	45,11590338	44,36628079	0,749622586	5,464369	0,025709	9,581705982	2,177258745	4,1675438		1 98,3385	1,662
Pinho secagem excessiva - Borne	45,29869148	44,21369819	1,084993282	1,672387	0,175978	5,80899783	1,712704831	4,1675438		1 97,6048	2,395
Pinho secagem excessiva - Cerne	45,21814051	44,22516034	0,992980172	0,213093	1,156786	2,999359114	1,537159193	4,1675438		1 97,804	2,196
Pinho extração com água - Borne	44,57917805	44,4	0,179178054	3,71873	0,002158	8,083152789	1,974858568	4,1675438		1 99,5981	0,402
Pinho extração com água - Cerne	44,281482	44,12754073	0,15394127	2,205665	0,002686	6,241246603	1,536975006	4,1675438		1 99,6524	0,348
Pinho envelhecimento - Borne	48,29888422	44,4	3,89888422	2,602479	1,460271	7,931581452	2,821636755	4,1675438		1 91,9276	8,072
Pinho envelhecimento - Cerne	50,09558635	44,35859152	5,736994832	0,671171	12,25959	6,915630272	4,320619647	4,1675438		1 88,5479	11,45

Tensões relativas	TS-total	TSLW	TSAB	TS+	TS-	
Fresco-Borne	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Fresco-Cerne	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Secagem-Borne	0,86	1,00	1,00	0,14	0,37	
Secagem-Cerne	1,00	1,00	1,00	1,32	0,04	
Extracção-Borne	0,85	1,00	1,00	0,02	0,82	
Extracção-Cerne	0,98	0,99	0,99	0,21	0,40	
Envelhecido-Borne	0,92	1,00	1,00	0,49	0,57	
Envelhecido-Cerne	1,11	1,00	1,00	7,65	0,12	
8 segundos						
Pinho sem tratamento - Borne	52,40	44,40	44,40	8,00	4,54	
Pinho sem tratamento - Cerne	45,12	44,37	44,37	0,75	5,46	
Pinho secagem excessiva - Borne	45,30	44,21	44,21	1,08	1,67	
Pinho secagem excessiva - Cerne	45,22	44,23	44,23	0,99	0,21	
Pinho extração com água - Borne	44,58	44,40	44,40	0,18	3,72	
Pinho extração com água - Cerne	44,28	44,13	44,13	0,15	2,21	
Pinho envelhecimenno - Borne	48,30	44,40	44,40	3,90	2,60	
Pinho envelhecimenno - Cerne	50,10	44,36	44,36	5,74	0,67	
	TS-total	TSLW	TSAB	TS+	TS-	
Fresco-Borne	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Fresco-Cerne	0,86	1,00	1,00	0,09	1,20	
Secagem-Borne	0,86	1,00	1,00	0,14	0,37	
Secagem-Cerne	0,86	1,00	1,00	0,12	0,05	
Extracção-Borne	0,85	1,00	1,00	0,02	0,82	
Extracção-Cerne	0,85	0,99	0,99	0,02	0,49	
Envelhecido-Borne	0,92	1,00	1,00	0,49	0,57	
Envelhecido-Cerne	0,96	1,00	1,00	0,72	0,15	

ÁGUA		PINHO SEM TRATAMENTO																																	
		BORNE												CERNE																					
Tempo		184			178			187			188			191			193			186			180			195			196			Média	Desvio padrão		
(seg)		184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3	Borne	Cerne		
5		68,4	68,9	71,3	52,3	60,1	63,5	77,2	76,5	87	80,6	82,1	98,1	84	83,7	89,5	81,7	69	79	128	105	108	83,7	82,2	83,4	70,8	71,3	81,8	80,9	88	95	76,27222	89,908	11,28554	16,68518
8		58,9	59,2	59,8	46,1	49,3	41,4	71,8	73,4	76,4	75	73,3	81,7	78,4	78,9	78,6	63,1	55,5	62,7		96	96,2			73,9	65,4	67,6	79,3	75,9	81,8	93	65,75	81	12,36657	11,73968
ÁGUA		PINHO SECAGEM EXCESSIVA																																	
		BORNE												CERNE																					
Tempo		198			209			210			211			216			206			199			201						Média	Desvio padrão					
(seg)		198.1	198.2	198.3	209.1	209.2	209.3	210.1	210.2	210.3	211.1	211.2	211.3	216.1	216.2	216.3	206.1	206.2	206.3	199.1	199.2	199.3	201.1	201.2	201.3				Borne	Cerne					
5		90	88,6	95,2													79	83	84,5	108	96,2	96,1	83,6	86,5	90,6				89,50667	89,744	7,863793	8,980411			
8		83,3	85	90,8				79,4	78,4	71,8	87,1	93,4	89,4	99,9	86,8	96,8	76	76,6	77,4	78,4	81	82,9	107	93,1	92,5	80,1	80,3	80,5				84,80667	86,2	8,251707	9,576664
ÁGUA		PINHO EXTRACÇÃO COM ÁGUA																																	
		BORNE												CERNE																					
Tempo		218			227			229			232			233			217			234			235												
(seg)		218.1	218.2	218.3	227.1	227.2	227.3	229.1	229.2	229.3	232.1	232.2	232.3	233.1	233.2	233.3	217.1	217.2	217.3				234.1	234.2	234.3	235.1	235.2	235.3	Borne	Cerne					
5		88,4	85,2	85,9	93,6	83,1	80,3	87	90,2	88,8	87,2	92,3	101	90,8	92,9	89,2	93,6	87	96,3				94,7	103	97	81,2	87,8	75	89,03333	90,7	4,845567	8,61844			
8		75,7	80,3	75,2	82,3	80,1	78,6	80,7	84,2	83,4	82,5	89,3	92,9	84,4	89,8	79,7	85,4	86	92,6				90,9	98,4	91,8	77,1	87,8	67	82,60667	86,256	5,009201	9,470231			
ÁGUA		PINHO ENVELHECIMENTO																																	
		BORNE												CERNE																					
Tempo		242			238			249			253			237			243			239			240												
(seg)		242.1	242.2	242.3	238.1	238.2	238.3	249.1	249.2	249.3	253.1	253.2	253.3	237.1	237.2	237.3	243.1	243.2	243.3	239.1	239.2	239.3	240.1	240.2	240.3	Borne	Cerne								
5		83,6	82,8	74,8	98	82,9	24,5				81,2	88,4	111	72	74	69,2	98,2	53,8	52,4	65,8	59,7	58,8	82,7	92,2	74	78,6	71,075	21,07195	14,44287						
8		77,3	76,2	70,1	94,7	76,8	39				79,9	85,7	101	72,4	56,8	79,1	65,8	67	66	49	44,6	64,4	53,5	51,8	78,9	75,75	63,018	16,18257	12,88455						

BROM		PINHO SEM TRATAMENTO																																				
		BORNE															CERNE																					
Tempo		184			178			187			188			191			193			186			180			195			196									
(seg)		184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3							
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13	13,3	0	0	0	2,6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2333	0	6,230473
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6,8	0	0	0	0	8,6	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2333	0	4,1594
BROM		PINHO SECAGEM EXCESSIVA																																				
		BORNE															CERNE																					
Tempo		198			209			210			211			216			206			199			201															
(seg)		198.1	198.2	198.3	209.1	209.2	209.3	210.1	210.2	210.3	211.1	211.2	211.3	216.1	216.2	216.3	206.1	206.2	206.3	199.1	199.2	199.3	201.1	201.2	201.3													
5		25,2	19,8	37,3																15,1	18,1	15,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,34	5,3778	11,8902	8,111532		
8		23,1	17,7	38																14,2	17,7	13,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,253333	5,0889	11,57873	7,706076		
BROM		PINHO EXTRACÇÃO COM AGUA																																				
		BORNE															CERNE																					
Tempo		218			227			229			232			233			217			234			235															
(seg)		218.1	218.2	218.3	227.1	227.2	227.3	229.1	229.2	229.3	232.1	232.2	232.3	233.1	233.2	233.3	217.1	217.2	217.3				234.1	234.2	234.3	235.1	235.2	235.3										
5		3,9	20,2	0	0	0	0	6,3	13,9	0	0	0	0	0	0	0	16,4	18	6,4				0	0	0	18,1	8,4	22	2,953333	9,9333	6,125575	8,875387						
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16	0				0	0	0	11,7	0	17	0	6,3556	0	7,680025						
BROM		PINHO ENVELHECIMENTO																																				
		BORNE															CERNE																					
Tempo		242			238			249			253			237			243			239			240															
(seg)		242.1	242.2	242.3	238.1	238.2	238.3	249.1	249.2	249.3	253.1	253.2	253.3	237.1	237.2	237.3	243.1	243.2	243.3	239.1	239.2	239.3	240.1	240.2	240.3													
5		0,4	0	0	5,4	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	11,9	23,1	0	0	0	0	0	0	0,483333	3,5167	1,552613	7,252941						
8		0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,2	0	23,5	0	0	0	0	0	0	0	2,475	0	6,856865						

FORM																																			
PINHO SEM TRATAMENTO																																			
		BORNE														CERNE																			
Tempo		184			178			187			188			191			193			186			180			196			196						
(seg)		184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	196.1	196.2	196.3	196.1	196.2	196.3				
5		23,5	0	18,6	0	0	17,6	5,7	23,5	9,4	0	0	0	37,7	15,7	30,8	45	47,6	20,2	59,7	46	55,7	0	0	0	48,9	40,9	41,6	33,2	42,9	0	16,40556	30,717	15,9995	23,68378
8		15,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,3	0	0	44,7	14	0	0	38	50,1	0	0	0	48,9	28,7	41,6	10,7	34,3	0	5,677778	21,05	12,47527	21,09741
FORM																																			
PINHO SECAGEM EXCESSIVA																																			
		BORNE														CERNE																			
Tempo		198						209			210			211			216			206			199			201									
(seg)		198.1	198.2	198.3				209.1	209.2	209.3	210.1	210.2	210.3	211.1	211.2	211.3	216.1	216.2	216.3	206.1	206.2	206.3	199.1	199.2	199.3	201.1	201.2	201.3							
5		44,2	92,2	40,7				65,3	70,7	70,5	57,3	58,7	61,9	33,7	31,4	38,1	35,3	50,5	71,5	68,7	57	51	51	61,7	57,1	48,8	76,9	61,7							
8		36,7	40,6	31,6				54,9	67,7	61,8	50,7	55	54,9	16,1	24,1	14,7	27,1	40,8	64,5	63,7	50	45,2	50,6	58	48,5	44,9	68,7	55,7	42,74667	54,8	59,344	21,07195	14,44287		
FORM																																			
PINHO EXTRACÇÃO COM ÁGUA																																			
		BORNE														CERNE																			
Tempo		218			227			229			232			233						217			234			235									
(seg)		218.1	218.2	218.3	227.1	227.2	227.3	229.1	229.2	229.3	232.1	232.2	232.3	233.1	233.2	233.3				217.1	217.2	217.3				234.1	234.2	234.3	235.1	235.2	235.3				
5		54,5	58,4	59,5	40,9	36,1	39,1	36,6	48,6	37,5	35,8	43,8	40,5	42,8	48,4	28,8				45,8	51	53				46,3	50,4	37,8	35,2	33,8	61	43,42	45,978	21,07195	14,44287
8		47	47,4	52,8	17,7	25,9	28,2	23,2	33,7	32,7	30,1	30,3	21,6	17,4	45,3	14				43,2	45	50,5				39	45	35,4	27,6	25,5	58	31,15333	40,933	16,18257	14,84698
FORM																																			
PINHO ENVELHECIMENTO																																			
		BORNE														CERNE																			
Tempo		242			238						249						253			237			243			239			240						
(seg)		242.1	242.2	242.3	238.1	238.2	238.3				249.1	249.2	249.3				253.1	253.2	253.3	237.1	237.2	237.3	243.1	243.2	243.3	239.1	239.2	239.3	240.1	240.2	240.3				
5		51	53,9	72,6	29,8	44,8	19,9				26,9	41,9	25,9				49,1	44,8	56,9	52	51	49,8	46,5	47,1	47,4	53,7	55,6	29,5	43,9	29,7	38	43,125	45,35	21,07195	14,44287
8		39,8	43,5	62,4	22,3	23	18,5				11	28,5	22,3				36,2	32,1	44,6	36,5	45	40,3	45	39,1	41	48,4	42,4	26,3	36,7	16,8	32	32,01667	37,408	16,18257	14,84698

Tempo		PINHO SEM TRATAMENTO																								Média Borne	Média Cerne	Desvio padrão Borne	Desvio padrão Cerne						
		BORNE												CERNE																					
(seg)		184	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3				
5		68,4	68,9	71,3	52,3	60,1	63,5	77,2	76,5	87	80,6	82,1	98,1	84	83,7	89,5	81,7	69	79	128,2	105,2	108,1	83,7	82,2	83,4	70,8	71,3	81,8	80,9	88	95,3	76,27222	89,90833	11,285535	16,68518
8		58,9	59,2	59,8	46,1	49,3	41,4	71,8	73,4	76,4	75	73,3	81,7	78,4	78,9	78,6	63,1	55,5	62,7	125,7	96,3	96,2			73,9	65,4	67,6	79,3	75,9	81,8	92,6	65,75	85,47	12,36657	17,95315
Tempo		PINHO ARDIDO SEM TRATAMENTO																								Média Borne	Média Cerne	Desvio padrão Borne	Desvio padrão Cerne						
		BORNE												CERNE																					
(seg)		110	110.2	110.3	111.1	111.2	111.3	112.1	112.2	112.3	113.1	113.2	113.3	114.1	114.2	114.3	118.1	118.2	118.3	105.1	105.2	105.3	106.1	106.2	106.3	107.1	107.2	107.3	108.1	108.2	108.3				
5		0	0	0	0	0	0	16,3	10,3	10,6	11	13,4	34,2	22,4	25,4	0	0	0	0	90	32,8	45,2	56,9	44,8	48,1	33,7	49,3	29	27	27,9	32,5	7,977778	43,1	10,725591	17,72687
8		0	0	0	0	0	0	18,7	32,1	7,2	2,1	33,3	19,3	24,5	0	0	0	58	30,5	41,6	52	43,7	46,3	30,9	35,1	25,3	23,4	24,2	27,5	7,622222	36,54167	12,059195	11,57988		
Tempo		EUCALIPTO SEM TRATAMENTO																								Média Borne	Média Cerne	Desvio padrão Borne	Desvio padrão Cerne						
		BORNE												CERNE																					
(seg)		257	257.2	257.3	264.1	264.2	264.3	265.1	265.2	265.3	260.1	260.2	260.3	261.1	261.2	261.3	262.1	262.2	262.3	263.1	263.2	263.3	258.1	258.2	258.3	259.1	259.2	259.3	266.1	266.2	266.3				
5		49,7	48,8	47,4	46,1	37,8	43,1	50,5	44,6	53,8	50,2	49,1	46,6	51	51,7	51,7	58,5	58,5	40,3	63,3	57,6	68,2	36,9	39,7	46,3	51,3	87,6	42,8	48,4	48,6	46,7	48,85556	53,11667	5,4124282	14,2172
8		45,6	47,2	46,2	42,7	35,4	40,5	45,3	42,9	50,5	49,1	47,2	45,1	48,9	48,4	49,8	57,9	55	38,6	62,3	56,1	62,8	40,9	39,1	46	50,1	37,9	21,4	46,6	46,8	43,7	46,46111	46,14167	5,4205642	11,35057
Tempo		EUCALIPTO ARDIDO SEM TRATAMENTO																								Média Borne	Média Cerne	Desvio padrão Borne	Desvio padrão Cerne						
		BORNE												CERNE																					
(seg)		2	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	9.1	9.2	9.3	14.1	14.2	14.3	23.1	23.2	23.3	24.1	24.2	24.3	1	1.2	1.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	26.1	26.2	26.3				
5		62,9	61,3	62,3	68,2	59,8	75,3	179	62,8	58,6	94,3	89,9	69,9	74,1	79,5	71,1	64,2	94,4	78,3	83,5	79,3	82,9	75,4	65,4	60,5	76,1	74,4	76,9	80,6	65,6	50,5	78,12778	72,59167	27,732436	10,05109
8		57,8	58	58,4	65	62,4	71,6	59,1	60,3	56,3	87,1	86,3	67,3	72,3	69,7	69,8	60,7	89,3	71,9	80,6	76,6	76,8	73,2	62,8	135	72,6	73,4	74,2	71,3	66	43,2	67,96111	75,475	10,493367	21,10886

Tempo		PINHO SEM TRATAMENTO																																		
		BORNE												CERNE																						
(seg)		184	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	180.1	180.2	180.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3					
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12,9	13,3	0	0	0	2,6	16	0	0	0	0	0	4,233333	0	6,230473
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,4	6,8	0	0	0	0	8,6	0	0	0	0	0	0	2,233333	0	4,1594
Tempo		PINHO ARDIDO SEM TRATAMENTO																																		
		BORNE												CERNE																						
(seg)		110	110.2	110.3	111.1	111.2	111.3	112.1	112.2	112.3	113.1	113.2	113.3	114.1	114.2	114.3	118.1	118.2	118.3	105.1	105.2	105.3	106.1	106.2	106.3	107.1	107.2	107.3	108.1	108.2	108.3					
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,1	12,9	9,7	6,8	10,7	6,4	0	4,55	0	5,039571
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	12,3	14,1	6,1	9,6	0	0	4,133333	0	5,483087
Tempo		EUCALIPTO SEM TRATAMENTO																																		
		BORNE												CERNE																						
(seg)		257	257.2	257.3	264.1	264.2	264.3	265.1	265.2	265.3	260.1	260.2	260.3	261.1	261.2	261.3	262.1	262.2	262.3	263.1	263.2	263.3	258.1	258.2	258.3	259.1	259.2	259.3	266.1	266.2	266.3					
5		19,6	23,1	14	21,8	23,5	26,5	19,4	17,4	20,9	22,1	15,8	14,1	22	29,2	10,7	9,3	18,1	0	18,8	20,5	13,3	18,4	22	28,2	17,9	0	0	7,3	18,6	12,2	18,19444	12,93333	6,8721494	9,271788	
8		23,2	0	12,5	22,5	24,2	19,8	17,4	14,9	20,7	17	0	0	21,3	25,7	9	8	12,1	0	16,4	17	12,7	17,2	0	26,5	16,2	0	0	6,4	10,7	8	13,79444	10,925	9,0784471	8,350082	
Tempo		EUCALIPTO ARDIDO SEM TRATAMENTO																																		
		BORNE												CERNE																						
(seg)		2	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	9.1	9.2	9.3	14.1	14.2	14.3	23.1	23.2	23.3	24.1	24.2	24.3	1	1.2	1.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	26.1	26.2	26.3					
5		30,8	29,3	31,1	13,3	20,3	16	14,3	18,9	31,7	0	19,3	33	26,8	24,7	21,8	0	0	15,6	23,6	0	20,5	22	24,5	0	29,1	0	0	0	0	24,1	19,27222	11,98333	10,870349	12,67021	
8		30,2	29,7	31,3	13,1	19,4	13,9	14,3	13,2	29,4	0	18,8	0	26,3	24	17,6	0	0	0	23,1	15,7	0	28,4	23,2	28,7	28,1	14,6	0	0	29,3	22,3	15,62222	17,78333	11,621509	11,72479	

FORM		PINHO SEM TRATAMENTO																																	
		BORNE														CERNE																			
Tempo	(seg)	184			178			187			188			191			193			186			190			195			196						
		184.1	184.2	184.3	178.1	178.2	178.3	187.1	187.2	187.3	188.1	188.2	188.3	191.1	191.2	191.3	193.1	193.2	193.3	186.1	186.2	186.3	190.1	190.2	190.3	195.1	195.2	195.3	196.1	196.2	196.3				
5		23,5	0	18,6	0	0	17,6	5,7	23,5	9,4	0	0	0	37,7	15,7	30,8	45	47,6	20,2	59,7	45,7	55,7	0	0	0	48,9	40,9	41,6	33,2	42,9	0	16,40556	30,71667	15,999503	23,68378
8		15,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,3	0	0	44,7	14	0	0	38,3	50,1	0	0	0	48,9	28,7	41,6	10,7	34,3	0	5,677778	21,05	12,475272	21,09741
FORM		PINHO ARDIDO SEM TRATAMENTO																																	
		BORNE														CERNE																			
Tempo	(seg)	110			111			112			113			114			118			105			106			107			109						
		110.1	110.2	110.3	111.1	111.2	111.3	112.1	112.2	112.3	113.1	113.2	113.3	114.1	114.2	114.3	118.1	118.2	118.3	105.1	105.2	105.3	106.1	106.2	106.3	107.1	107.2	107.3	109.1	109.2	109.3				
5		0	2,6	0	6,3	5,8	0	15,1	0	0	0	0	0	0	5,8	0	0	0	0	9,8	0	0	16,5	32,4	28,4	9,7	0	0	0	0	0	2,094118	8,066667	4,0864824	11,82388
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	18,8	0	0	0	0	0	0	0	2,091667	0	5,564736
FORM		EUCALIPTO SEM TRATAMENTO																																	
		BORNE														CERNE																			
Tempo	(seg)	257			264			265			260			261			262			263			268			259			266						
		257.1	257.2	257.3	264.1	264.2	264.3	265.1	265.2	265.3	260.1	260.2	260.3	261.1	261.2	261.3	262.1	262.2	262.3	263.1	263.2	263.3	268.1	268.2	268.3	259.1	259.2	259.3	266.1	266.2	266.3				
5		38,4	0	43,7	25,6	18,8	27,6	24,8	23,1	20,8	38,4	30,2	38,9	38	35,6	31,1	0	39,7	17,2	0	27,4	22,6	32,4	34,9	29,2	14,3	31	27	19,2	7,9	15	27,32778	21,74167	12,704506	10,70288
8		26,9	0	37,6	20,6	11,4	21,8	11,7	12,5	21,5	29,7	28,9	33,8	26,7	28,7	23	31	41,4	12,8	0	22	16,8	27,2	31,9	21,1	0	17,9	0	11,6	0	7,7	23,33333	13,01667	10,53409	11,48104
FORM		EUCALIPTO ARDIDO SEM TRATAMENTO																																	
		BORNE														CERNE																			
Tempo	(seg)	2			5			9			14			23			24			1			3			4			26						
		2.1	2.2	2.3	5.1	5.2	5.3	9.1	9.2	9.3	14.1	14.2	14.3	23.1	23.2	23.3	24.1	24.2	24.3	1.1	1.2	1.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	26.1	26.2	26.3				
5		48,8	47,9	52,5	19,2	26,2	28,5	40,4	31,8	28,9	68,9	61,8	63,9	75,2	59,2	50,9	47,6	60,1	67,5	32,1	52,7	38,4	50,6	38,2	50,2	55,9	48	46,2	48,5	39,1	35,3	48,85	44,6	16,553665	7,64187
8		40,5	40,5	44,6	15,1	19,8	22,4	24	23,5	19,8	65,6	53,7	59,4	63,8	56	34,8	26,3	51,9	67,4	23	43,4	33	42,3	33,1	40,2	25,3	43,6	28,8	40,3	31,3	20,9	40,50556	33,76667	17,888724	8,153787

0	Tratamento	Espécie	Cola	Provete	I2	b	Área	F máx (KN)	T ruptura (seg)	T (N/mm2)	↳ Ruptura pela madeir	M (g)	M após estufa(g)	H %
1	ST	P	360	21	10,12	20,69	209,3828	2,158	17	10,306	0	8,90	8,23	8,14094775
2	ST	P	360	22	10,16	21,24	215,7984	1,785	14	8,272	100	9,20	8,49	8,36277974
3	ST	P	360	23	10,22	20,81	212,6782	1,243	11	5,845	100	8,83	8,05	9,68944099
4	ST	P	360	24	10,02	20,2	202,404	1,208	11	5,968	75	8,31	7,56	9,92063492
5	ST	P	360	25	10,17	20,26	206,0442	2,309	15	11,206	0	10,93	9,95	9,84924623
6	ST	P	360	26	10,3	21,06	216,918	1,455	10	6,708	25	10,98	10,02	9,58083832
7	ST	P	360	27	10,15	20,29	205,9435	1,753	27	8,512	100	8,62	7,92	8,83838384
8	ST	P	360	28	9,84	20,28	199,5552	1,297	9	6,499	100	8,70	7,94	9,57178841
9	ST	P	360	29	10,36	20,79	215,3844	1,726	10	8,014	0	10,99	9,91	10,8980827
10	ST	P	360	30	9,97	20,3	202,391	1,321	11	6,527	0	11,10	10,14	9,46745562
11	ST	P	366	13	11,34	21,06	238,8204	2,207	14	9,241	50	10,61	9,51	11,5667718
12	ST	P	366	14	11,4	20,79	237,006	2,258	15	9,527	0	10,65	9,68	10,0206612
13	ST	P	366	15	11,79	20,82	245,4678	1,981	13	8,070	100	10,42	9,46	10,1479915
14	ST	P	366	16	11,51	20,45	235,3795	1,976	12	8,395	100	10,40	9,38	10,8742004
15	ST	P	366	17	11,24	19,59	220,1916	2,137	16	9,705	25	10,28	9,31	10,4189044
16	ST	P	366	18	11,57	19,92	230,4744	1,732	12	7,515	100	10,16	9,23	10,0758397
17	ST	P	366	19	11,22	19,97	224,0634	1,954	11	8,721	100	10,08	9,17	9,92366412
18	ST	P	366	20	10,93	19,63	214,5559	1,664	13	7,756	100	9,90	9,02	9,75609756
19	ST	P	345	31	10,88	20,55	223,584	2,059	14	9,209	25	11,04	10,07	9,632572
20	ST	P	345	32	11,85	20,84	246,954	2,123	12	8,597	100	10,52	9,52	10,5042017
21	ST	P	345	33	11,05	20,69	228,6245	2,097	10	9,172	0	9,19	8,37	9,79689367
22	ST	P	345	34	11	20,62	226,82	2,035	11	8,972	0	9,04	8,29	9,04704463
23	ST	P	345	35	11,26	20,86	234,8836	1,965	10	8,366	100	9,19	8,42	9,14489311
24	ST	P	345	36	11,12	20,62	229,2944	1,678	11	7,318	100	9,09	8,25	10,1818182
25	ST	P	345	37	10,97	20,51	224,9947	2,166	14	9,627	75	10,27	9,39	9,37167199
26	ST	P	345	38	11,32	20,87	236,2484	1,89	10	8,000	100	10,90	9,97	9,32798395

9,773493 0,752697

	Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)		T (N/mm2)		M (g)	M após estufa(g)	H %
28	EA	P	360	52	12,29	20,51	252,0679	1,525	18	6,050	0	8,46	7,66	10,4438642
29	EA	P	360	53	11,83	20,32	240,3856	0,741	11	3,083	0	8,46	7,52	12,5
30	EA	P	360	54			0							
31	EA	P	360	55	12,23	20,68	252,9164	0,993	10	3,926	0	8,71	7,86	10,8142494
32	EA	P	360	56	12,19	20,58	250,8702	1,431	15	5,704	0	8,65	7,85	10,1910828
33	EA	P	360	57	12,31	21,11	259,8641	1,74	16	6,696	0	10,01	9,07	10,3638368
34	EA	P	360	58	12,16	21,74	264,3584	1,858	15	7,028	0	9,98	9,07	10,0330761
35	EA	P	360	59	11,35	20,32	230,632	1,272	10	5,515	0	9,06	8,11	11,7139334
36	EA	P	360	60	12,27	20,77	254,8479	1,911	14	7,499	0	9,13	8,19	11,4774115
37	EA	P	360	61			0							
38	EA	P	360	62	12,21	20,8	253,968	1,638	14	6,450	0	10,12	9,12	10,9649123
39	EA	P	366	63	12,27	21,51	263,9277	2,881	20	10,916	0	10,73	9,73	10,2774923
40	EA	P	366	64	12,33	21,01	259,0533	2,287	16	8,828	0	9,56	8,6	11,1627907
41	EA	P	366	65	12,14	21,43	260,1602	1,984	13	7,626	0	11,10	10,02	10,7784431
42	EA	P	366	66	12,18	21,31	259,5558	3,133	21	12,071	25	10,89	9,77	11,4636643
43	EA	P	366	67	11,63	21,29	247,6027	2,585	24	10,440	100	10,30	9,35	10,1604278
44	EA	P	366	68	11,73	21,1	247,503	2,413	22	9,749	100	9,89	8,95	10,5027933
45	EA	P	366	69	11,96	20,57	246,0172	2,515	22	10,223	25	10,10	9,09	11,1111111
46	EA	P	366	70	11,64	20,72	241,1808	2,521	21	10,453	100	9,79	8,85	10,6214689
47	EA	P	366	71	12,2	20,91	255,102	3,117	20	12,219	0	10,86	9,88	9,91902834
48	EA	P	366	72	12,28	21,56	264,7568	2,585	14	9,764	0	10,27	9,35	9,83957219
49	EA	P	366	73			0							
50	EA	P	366	74	12,44	21,22	263,9768	2,599	18	9,846	25	10,22	9,26	10,3671706
51	EA	P	345	1	11,16	20,74	231,4584	2,105	13	9,095	0	10,62	9,59	10,7403545
52	EA	P	345	2	10,24	20,62	211,1488	2,242	18	10,618	100	11,66	10,54	10,626186
53	EA	P	345	3	11,01	20,95	230,6595	1,769	11	7,669	25	9,80	8,86	10,6094808
54	EA	P	345	4	11,13	20,58	229,0554	2,021	14	8,823	100	9,33	8,31	12,2743682
55	EA	P	345	5	10,86	20,34	220,8924	3,221	25	14,582	25	10,74	9,57	12,2257053
56	EA	P	345	6	11,08	20,06	222,2648	1,807	11	8,130	100	10,10	9,11	10,8671789
57	EA	P	345	7			0							
58	EA	P	345	8	11,06	19,17	212,0202	1,82	11	8,584	100	9,90	8,76	13,0136986
59	EA	P	345	9	10,77	20,61	221,9697	1,868	10	8,416	50	9,52	8,49	12,1319199
60	EA	P	345	10	10,5	21,56	226,38	2,027	15	8,954	75	9,63	8,65	11,3294798
61	EA	P	345	11	11,04	21,1	232,944	1,45	11	6,225	25	9,56	8,71	9,75889782
62	EA	P	345	12	11,15	20,69	230,6935	1,785	12	7,738	50	9,65	8,76	10,1598174
63	EA	P	345											

10,91753 0,839571

	Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)		T (N/mm2)		M (g)	M após estufa(g)	H %
65	E	P	360	39	11,57	20,84	241,1188	1,388	10	5,756	0	9,44	8,49	11,1896349
66	E	P	360	40	12,17	20,95	254,9615	1,463	11	5,738	0	10,32	9,34	10,4925054
67	E	P	360	41	12,25	21,05	257,8625	2,14	10	8,299	0	10,81	9,84	9,85772358
68	E	P	360	42	12,35	20,92	258,362	3,726	22	14,422	75	11,51	10,45	10,1435407
69	E	P	360	43	12,16	20,83	253,2928	1,683	10	6,644	0	10,65	9,49	12,223393
70	E	P	360	44	11,94	21,06	251,4564	1,705	13	6,780	0	9,42	8,46	11,3475177
71	E	P	360	45	12,26	21,09	258,5634	3,745	22	14,484	75	11,90	10,84	9,77859779
72	E	P	360	46	12,06	20,89	251,9334	2,4	10	9,526	0	11,28	10,28	9,72762646
73	E	P	360	47	11,94	20,88	249,3072	2,381	12	9,550	0	11,12	9,9	12,3232323
74	E	P	360	48	12,12	20,62	249,9144	2,115	11	8,463	0	11,11	9,86	12,6774848
75	E	P	360	49			0							
76	E	P	360	50	12,28	20,96	257,3888	2,797	16	10,867	0	11,40	10,32	10,4651163
77	E	P	366	111	11,57	21,86	252,9202	2,572	15	10,169	0	12,02	10,98	9,47176685
78	E	P	366	112	12,16	21,14	257,0624	2,309	13	8,982	75	11,93	10,79	10,5653383
79	E	P	366	113	12,7	21,11	268,097	2,84	15	10,593	75	11,58	10,4	11,3461538
80	E	P	366	114	11,19	21,04	235,4376	2,4	15	10,194	100	11,85	10,7	10,7476636
81	E	P	366	115	10,79	20,87	225,1873	3,326	18	14,770	100	12,03	10,81	11,2858464
82	E	P	366	116	12,44	20,76	258,2544	2,464	14	9,541	100	9,50	8,58	10,7226107
83	E	P	366	117	11,32	21,04	238,1728	3,173	15	13,322	75	11,64	10,58	10,0189036
84	E	P	366	118			0							
85	E	P	366	119	12,05	20,6	248,23	1,997	11	8,045	25	10,71	9,62	11,3305613
86	E	P	366	120	11,41	20,54	234,3614	2,344	13	10,002	50	10,72	9,74	10,0616016
87	E	P	366	121	10,79	20,76	224,0004	2,792	14	12,464	50	10,58	9,62	9,97920998
88	E	P	366	122	11,55	20,35	235,0425	2,389	11	10,164	75	11,23	10,25	9,56097561
89	E	P	345	134	10,32	20,87	215,3784	2,333	19	10,832	50	8,61	7,8	10,3846154
90	E	P	345	135	10,07	21,08	212,2756	2,295	19	10,811	75	9,34	8,52	9,62441315
91	E	P	345	136	10,24	20,88	213,8112	2,491	19	11,650	75	8,88	7,93	11,9798235
92	E	P	345	137	9,87	20,43	201,6441	2,671	25	13,246	50	8,27	7,59	8,95915679
93	E	P	345	138	10,33	20,86	215,4838	2,964	25	13,755	50	9,45	8,52	10,915493
94	E	P	345	139	9,95	20,79	206,8605	2,94	21	14,212	75	8,64	7,83	10,3448276
95	E	P	345	140	9,81	20,58	201,8898	2,515	20	12,457	50	9,24	8,42	9,73871734
96	E	P	345	141	9,84	20,35	200,244	2,231	16	11,141	50	8,54	7,79	9,62772786

10,5432 0,962502

	Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)		T (N/mm2)		M (g)	M após estufa(g)	H %
99	E	P	345	87	11,83	20,56	243,2248	1,366	11	5,616	25	8,79	7,98	10,1503759
100	E	P	345	88	10,09	20,43	206,1387	1,27	11	6,161	0	9,89	9,11	8,56201976
101	E	P	345	89	9,93	20,66	205,1538	1,391	11	6,780	0	8,44	7,84	7,65306122
102	E	P	345	90	10,07	20,79	209,3553	2,081	16	9,940	0	8,64	7,97	8,40652447
103	E	P	345	91	9,98	21,63	215,8674	1,882	10	8,718	0	9,81	8,97	9,36454849
104	E	P	345	92	9,98	21,11	210,6778	1,662	11	7,889	25	9,14	8,46	8,03782506
105	E	P	345	93	10,01	21,39	214,1139	1,777	10	8,299	50	10,07	9,32	8,0472103
106	E	P	345	94	10,17	20,85	212,0445	1,004	11	4,735	0	9,75	9,02	8,09312639
107	E	P	345	95	9,55	21,22	202,651	1,313	11	6,479	0	9,82	8,88	10,5855856
108	E	P	345	96			0							
109	E	P	345	97	10,01	20,99	210,1099	1,638	11	7,796	75	9,22	8,47	8,85478158
110	E	P	345	98	9,7	21,83	211,751	1,434	10	6,772	0	9,68	8,87	9,1319053
111	SE	P	366	75	11,26	20,94	235,7844	1,025	10	4,347	100	6,71	6,2	8,22580645
112	SE	P	366	76	11,34	20,94	237,4596	1,044	10	4,397	25	8,38	7,69	8,97269181
113	SE	P	366	77	11,28	20,52	231,4656	1,272	10	5,495	25	8,49	7,75	9,5483871
114	SE	P	366	78	11,63	20,66	240,2758	1,35	10	5,619	100	8,76	7,97	9,91217064
115	SE	P	366	79	11,22	21,06	236,2932	1,294	10	5,476	0	8,78	8,09	8,52904821
116	SE	P	366	80	11,48	21,06	241,7688	1,012	10	4,186	0	9,08	8,35	8,74251497
117	SE	P	366	81	11,14	21,2	236,168	2,059	13	8,718	100	9,28	8,44	9,95260664
118	SE	P	366	82	11,47	21,11	242,1317	2,54	15	10,490	25	9,54	8,81	8,28603859
119	SE	P	366	83	11,43	20,3	232,029	2,693	19	11,606	25	9,24	8,49	8,83392226
120	SE	P	366	84	11,38	20,79	236,5902	2,314	14	9,781	25	9,67	8,94	8,1655481
121	SE	P	366	85	11,22	20,96	235,1712	1,793	15	7,624	25	8,61	7,95	8,30188679
122	SE	P	366	86	11,44	21,35	244,244	1,603	11	6,563	100	8,81	8,14	8,23095823
123	SE	P	345	99	11,31	20,97	237,1707	2,29	13	9,655	0	9,58	8,68	10,3686636
124	SE	P	345	100	10,71	20,78	222,5538	0		0,000	25	10,46	9,62	8,73180873
125	SE	P	345	101	11,37	21,08	239,6796	2,295	15	9,575	100	11,86	10,9	8,80733945
126	SE	P	345	102	11,17	21,35	238,4795	2,024	13	8,487	25	11,05	10,09	9,51437066
127	SE	P	345	103	10,95	21,83	239,0385	3,052	18	12,768	100	13,05	12,01	8,65945046
128	SE	P	345	104	11,44	21,32	243,9008	2,051	11	8,409	0	11,52	10,59	8,78186969
129	SE	P	345	105	11,57	21,23	245,6311	2,132	10	8,680	0	11,44	10,45	9,47368421
130	SE	P	345	106	11,28	22,01	248,2728	1,689	11	6,803	0	11,18	10,17	9,93117011
131	SE	P	345	107	11,95	21,27	254,1765	2,252	13	8,860	0	10,26	9,31	10,2040816
132	SE	P	345	108	11,13	21,69	241,4097	2,062	11	8,541	25	10,78	9,92	8,66935484
133	SE	P	345	109	11,3	21,27	240,351	1,893	11	7,876	100	10,37	9,54	8,70020964
134	SE	P	345	110	11,34	21,78	246,9852	2,067	11	8,369	75	11,07	10,04	10,2589641
135														

8,991129 0,785851

	Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)		T (N/mm2)		M (g)	M após estufa(g)	H %
137														
138	ST	PQ	360	167	10,09	20,28	204,6252	1,181	13	5,772	75	7,51	6,94	8,21325648
139	ST	PQ	360	168	9,92	20,27	201,0784	1,176	15	5,848	100	7,44	6,85	8,61313869
140	ST	PQ	360	169	10,11	20,53	207,5583	1,068	10	5,146	0	7,66	6,98	9,74212034
141	ST	PQ	360	170	9,93	20,49	203,4657	1,254	11	6,163	50	7,70	7,06	9,06515581
142	ST	PQ	360	171	9,87	20,9	206,283	0,344	11	1,668	0	7,65	7,07	8,20367751
143	ST	PQ	360	172	9,85	20,23	199,2655	0,883	10	4,431	0	7,82	7,22	8,31024931
144	ST	PQ	366	173	11,61	20,06	232,8966	1,283	17	5,509	50	7,30	6,68	9,28143713
145	ST	PQ	366	174	11,92	20,34	242,4528	1,595	12	6,579	100	8,50	7,73	9,96119017
146	ST	PQ	366	175	11,67	20	233,4	1,31	10	5,613	100	8,51	7,75	9,80645161
147	ST	PQ	366	176	11,9	19,93	237,167	1,801	12	7,594	100	8,32	7,51	10,7856192
148	ST	PQ	366	177	11,85	20,12	238,422	1,852	11	7,768	75	8,16	7,46	9,38337802
149	ST	PQ	345	158	10,09	20,38	205,6342	0,969	10	4,712	100	7,17	6,55	9,46564885
150	ST	PQ	345	159	9,99	20,66	206,3934	1,076	8	5,213	100	8,36	7,56	10,5820106
151	ST	PQ	345	160	10,09	20,47	206,5423	1,219	7	5,902	100	7,13	6,5	9,69230769
152	EN: 205													
153														
154	EA	PQ	360	161	10,08	20,32	204,8256	0		0,000	0	7,37	6,71	9,83606557
155	EA	PQ	360	162			0	0			0	7,29	6,53	11,6385911
156	EA	PQ	366	152	9,76	20,63	201,3488	1,35	17	6,705	75	7,43	6,72	10,5654762
157	EA	PQ	366	153			0							
158	EA	PQ	366	154	10,1	20,59	207,959	0,36	11	1,731	0	7,82	6,98	12,034384
159	EA	PQ	345	155	10,59	20,69	219,1071	1,984	17	9,055	100	7,83	7,13	9,81767181
160	EA	PQ	345	156	10,07	20,31	204,5217	1,761	13	8,610	25	7,68	6,94	10,6628242
161	EA	PQ	345	157	10,16	20,5	208,28	0,529	10	2,540	25	7,81	7,07	10,466761
162	EN: 205													
163														
164	E	PQ	360	164	10,15	20,4	207,06	0,988	10	4,772	25	7,62	6,92	10,1156069
165	E	PQ	360	166	9,87	20,64	203,7168	1,173	11	5,758	0	7,61	6,94	9,65417867
166	E	PQ	366	128	12,15	20,58	250,047	1,302	10	5,207	100	7,35		
167	E	PQ	366	129	11,93	21,16	252,4388	0,999	10	3,957	100	6,60	5,98	10,367893
168	E	PQ	366	130	11,56	20,77	240,1012	0,733	9	3,053	100	7,94	7,23	9,82019364
169	E	PQ	345	131	10,07	20,68	208,2476	1,372	11	6,588	100	7,38	6,72	9,82142857
170	E	PQ	345	132	9,94	19,46	193,4324	1,656	10	8,561	100	7,50	6,86	9,32944606
171	E	PQ	345	133	9,74	20,98	204,3452	1,635	15	8,001	100	8,02	7,18	11,6991643

9,364689 0,820848

10,7174 0,842435

10,11542 0,772019

	Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)		T (N/mm2)		M (g)	M após estufa(g)	H %	
173	SE	PQ	360	123	10,13	20,98	212,5274	0,975	10	4,588	0	7,80	7,21	8,18307906	
174	SE	PQ	360	124	10,17	20,22	205,6374	1,401		6,813	25	6,83	6,33	7,89889415	6mm/min
175	SE	PQ	360	125	10,22	20,5	209,51	0,397	10	1,895	25	7,62	6,9	10,4347826	
176	SE	PQ	360	126	10,26	20,63	211,6638	1,122	15	5,301	100	7,24	6,73	7,57800892	
177	SE	PQ	360	127	10,1	20,12	203,212	1,076		5,295	0	7,60	6,94	9,51008646	6mm/min
178	SE	PQ	366	142	10,1	20,43	206,343	0,838	11	4,061	0	7,41	6,88	7,70348837	
179	SE	PQ	366	143	10,14	20,15	204,321	1,13		5,531	25	7,31	6,74	8,45697329	6mm/min
180	SE	PQ	366	144	10,2	20,39	207,978	0,668	11	3,212	25	7,70	7,13	7,9943899	
181	SE	PQ	366	145	10,23	20,55	210,2265	1,195	11	5,684	100	8,50	7,82	8,69565217	
182	SE	PQ	366	146	10,42	20,69	215,5898	1,098	11	5,093	100	7,48	7,36		(ERRO NA h)
183	SE	PQ	366	147	10,22	20,91	213,7002	2,411	26	11,282	100	8,11	7,33	10,6412005	
184	SE	PQ	345	148	10,18	20,74	211,1332	1,149	10	5,442	100	8,03	7,38	8,80758808	
185	SE	PQ	345	149	10,25	20,91	214,3275	1,05	10	4,899	100	7,83	7,21	8,59916782	
186	SE	PQ	345	150	10,06	20,87	209,9522	1,342	10	6,392	25	7,57	6,89	9,86937591	8,797899 1,017202

ensaios Cola 345 13
Cola 360 19
Cola 366 18

Meio/Meio
Coesiva - ruptura p madeira
adesiva - ruptura pela cola

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	ruptura (se)	T (N/mm2)	ruptura pela madeira
ST	E	360	28				0		0,000	0
ST	E	360	29	10,42	20,48	213,402	1,010669		4,736	0
ST	E	366	38				0		0,000	0
ST	E	366	39				0		0,000	0
ST	E	345	2				0		0,000	0
ST	E	345	3				0		0,000	0

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
EA	E	360	14	10,37	20,30	210,511	0,810666	3,851	100
EA	E	360	15	10,48	20,60	215,888	1,110677	5,145	100
EA	E	360	30	10,27	20,29	208,378	0,310679	1,491	100
EA	E	360	31	10,45	20,50	214,225	1,01156	4,722	100
EA	E	345	9	10,15	20,51	208,177	1,11163	5,340	75

200

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
E	E	360	23	10,35	20,57	212,900	0,911128	4,280	50
E	E	366	48	10,21	20,27	206,957	1,010666	4,883	50
E	E	366	49	10,25	20,40	209,100		0,000	
E	E	366	50	11,30	20,42	230,746	1,111238	4,816	100
E	E	345	1				0	0,000	0
E	E	345	6	10,05	20,39	204,920	0,91066	4,444	25

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
SE	E	360	19	10,59	20,46	216,671	1,110652	5,126	50
SE	E	360	20	10,50	20,50	215,250	1,010644	4,695	100
SE	E	360	21				0	0,000	0
SE	E	360	22	10,20	20,54	209,508	1,110666	5,301	0
SE	E	366	34	10,48	20,00	209,600	1,110679	5,299	100
SE	E	366	35	10,33	20,38	210,525	1,010985	4,802	75
SE	E	345	12	12,37	20,57	254,451	1,010655	3,972	25
SE	E	345	13	10,08	20,20	203,616	1,010655	4,964	100

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
ST	EQ	360	32	10,25	20,47	209,818	1,010652	4,817	0
ST	EQ	360	33				0		0
ST	EQ	366	44	10,34	20,06	207,420	1,111238	5,357	25
ST	EQ	366	45	10,33	20,50	211,765	1,110878	5,246	0
ST	EQ	366	46	10,52	20,37	214,292	1,011485	4,720	75
ST	EQ	366	47	10,30	20,42	210,326	1,01127	4,808	25
ST	EQ	345	5	10,28	20,61	211,871	1,010969	4,772	25

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
EA	EQ	360	24	10,46	20,29	212,233	1,01066	4,762	0
EA	EQ	360	25				0	0,000	0
EA	EQ	366	36	10,42	20,19	210,380	1,011409	4,808	25
EA	EQ	366	37	7,82	20,20	157,964	1,011009	6,400	75
EA	EQ	345	4	10,18	20,35	207,163	1,01135	4,882	50
EA	EQ	345	11	10,32	20,31	209,599	1,311962	6,259	50

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
E	EQ	360	26	10,36	20,36	210,930	1,011071	4,793	0
E	EQ	360	27	10,48	20,47	214,526	1,01066	4,711	0
E	EQ	366	40	10,60	20,42	216,452	1,011474	4,673	25
E	EQ	366	41	10,42	20,33	211,839	1,111353	5,246	100
E	EQ	366	42	10,35	20,42	211,347	1,110655	5,255	0
E	EQ	366	43	10,41	20,44	212,780	1,111315	5,223	50
E	EQ	345	8	10,23	20,02	204,805	1,01218	4,942	25

EN: 205:2003

Tratamento	Espécie	Cola	Provete	l2	b	Área	F máx (KN)	T (N/mm2)	
SE	EQ	360	16	10,49	20,49	214,940	1,010666	4,702	0
SE	EQ	360	17	10,60	20,60	218,360	1,010915	4,630	25
SE	EQ	360	18	10,68	20,45	218,406	1,010647	4,627	25
SE	EQ	366	51	10,29	20,51	211,048	1,111248	5,265	100
SE	EQ	345	7	10,17	20,65	210,011	1,010677	4,813	25
SE	EQ	345	10	12,22	20,72	253,198	1,011689	3,996	25

6mm/min

Tratamento	Espécie	Cola	T (N/mm2)	% Ruptura pela madeira
ST	P	360	10,30648172	0
ST	P	360	8,271609057	100
ST	P	360	5,844510627	100
ST	P	360	5,968261497	75
ST	P	360	11,2063334	0
ST	P	360	6,707603795	25
ST	P	360	8,512043352	100
ST	P	360	6,499454787	100
ST	P	360	8,013579442	0
ST	P	360	6,526970073	0
ST	P	366	9,241254097	50
ST	P	366	9,527184966	0
ST	P	366	8,070304944	100
ST	P	366	8,394953681	100
ST	P	366	9,705184031	25
ST	P	366	7,514934414	100
ST	P	366	8,720746003	100
ST	P	366	7,755554613	100
ST	P	345	9,209066838	25
ST	P	345	8,596742713	100
ST	P	345	9,172245319	0
ST	P	345	8,971871969	0
ST	P	345	8,365845891	100
ST	P	345	7,318102841	100
ST	P	345	9,626893433	75
ST	P	345	8,00005418	100
EA	P	360	6,049957174	0
EA	P	360	3,082547374	0
EA	P	360	3,926198538	0
EA	P	360	5,704145012	0
EA	P	360	6,695807539	0
EA	P	360	7,028337288	0
EA	P	360	5,515279753	0
EA	P	360	7,498590336	0
EA	P	360	6,44963145	0
EA	P	366	10,91586825	0
EA	P	366	8,828299041	0
EA	P	366	7,626070398	0
EA	P	366	12,07062219	25
EA	P	366	10,44011233	100
EA	P	366	9,749376775	100
EA	P	366	10,22286247	25
EA	P	366	10,45273919	100
EA	P	366	12,21864195	0
EA	P	366	9,763677458	0
EA	P	366	9,845562186	25
EA	P	345	9,094506831	0
EA	P	345	10,61810439	100
EA	P	345	7,669313425	25
EA	P	345	8,823192992	100
EA	P	345	14,58176017	25
EA	P	345	8,129942303	100
EA	P	345	8,584087743	100
EA	P	345	8,415563025	50
EA	P	345	8,953971199	75
EA	P	345	6,224672024	25
EA	P	345	7,737539202	50
E	P	360	5,756498456	0
E	P	360	5,738121246	0
E	P	360	8,298996558	0
E	P	360	14,42162547	75
E	P	360	6,64448417	0
E	P	360	6,780499522	0
E	P	360	14,48387513	75
E	P	360	9,526327196	0
E	P	360	9,550466252	0
E	P	360	8,462897696	0
E	P	360	10,8668287	0
E	P	366	10,16921543	0
E	P	366	8,982254892	75
E	P	366	10,59318083	75
E	P	366	10,19378383	100
E	P	366	14,76992708	100
E	P	366	9,540979747	100

E	P	366	13,32226014	75
E	P	366	8,044958305	25
E	P	366	10,00164703	50
E	P	366	12,46426346	50
E	P	366	10,16411926	75
E	P	345	10,8320983	50
E	P	345	10,81141686	75
E	P	345	11,65046546	75
E	P	345	13,24611035	50
E	P	345	13,75509435	50
E	P	345	14,21247652	75
E	P	345	12,45729106	50
E	P	345	11,14140748	50
E	P	345	5,616203611	25
E	P	345	6,160900403	0
E	P	345	6,780278991	0
E	P	345	9,940039731	0
E	P	345	8,71831504	0
E	P	345	7,888823597	25
E	P	345	8,299321062	50
E	P	345	4,734855184	0
E	P	345	6,479119274	0
E	P	345	7,795920135	75
E	P	345	6,772104972	0
SE	P	366	4,347191757	100
SE	P	366	4,396537348	25
SE	P	366	5,49541703	25
SE	P	366	5,618543357	100
SE	P	366	5,476247306	0
SE	P	366	4,185817194	0
SE	P	366	8,718369974	100
SE	P	366	10,49015887	25
SE	P	366	11,60630783	25
SE	P	366	9,780624895	25
SE	P	366	7,624232899	25
SE	P	366	6,563109022	100
SE	P	345	9,655492858	0
SE	P	345	0	25
SE	P	345	9,575283003	100
SE	P	345	8,487102665	25
SE	P	345	12,76781774	100
SE	P	345	8,40915651	0
SE	P	345	8,679682662	0
SE	P	345	6,80300057	0
SE	P	345	8,859985089	0
SE	P	345	8,541496054	25
SE	P	345	7,875981377	100
SE	P	345	8,36892251	75
ST	PQ	360	5,771527652	75
ST	PQ	360	5,848465076	100
ST	PQ	360	5,14554224	0
ST	PQ	360	6,163200972	50
ST	PQ	360	1,66761197	0
ST	PQ	360	4,431273853	0
ST	PQ	366	5,508882483	50
ST	PQ	366	6,578600041	100
ST	PQ	366	5,612682091	100
ST	PQ	366	7,593805209	100
ST	PQ	366	7,767739554	75
ST	PQ	345	4,712251172	100
ST	PQ	345	5,213345	100
ST	PQ	345	5,901938731	100
EA	PQ	360	0	0
EA	PQ	360	0	0
EA	PQ	366	6,704782944	75
EA	PQ	366	1,731110459	0
EA	PQ	345	9,054932496	100
EA	PQ	345	8,61033328	25
EA	PQ	345	2,539850202	25
E	PQ	360	4,771563798	25
E	PQ	360	5,75799345	0
E	PQ	366	3,957394822	100
E	PQ	366	3,052879369	100
E	PQ	345	6,588311222	100
E	PQ	345	8,5611304	100

E	PQ	345	8,001166653	100
SE	PQ	360	4,587643758	0
SE	PQ	360	6,812963012	25
SE	PQ	360	1,894897618	25
SE	PQ	360	5,300859193	100
SE	PQ	360	5,294962896	0
SE	PQ	366	4,061199071	0
SE	PQ	366	5,530513261	25
SE	PQ	366	3,211878179	25
SE	PQ	366	5,684345218	100
SE	PQ	366	5,093005328	100
SE	PQ	366	11,28216071	100
SE	PQ	345	5,442062167	100
SE	PQ	345	4,899044686	100
SE	PQ	345	6,391931116	25
ST	E	360	0	0
ST	E	360	4,735993076	0
ST	E	366	0	0
ST	E	366	0	0
ST	E	345	0	0
ST	E	345	0	0
EA	E	360	3,850942706	100
EA	E	360	5,14468845	100
EA	E	360	1,490938356	100
EA	E	360	4,72195122	100
EA	E	345	5,339843834	75
E	E	360	4,279615499	50
E	E	366	4,883464995	50
E	E	366	0	0
E	E	366	4,815849462	100
E	E	345	0	0
E	E	345	4,443990933	25
SE	E	360	5,125976017	50
SE	E	360	4,695211614	100
SE	E	360	0	0
SE	E	360	5,301304962	0
SE	E	366	5,299041985	100
SE	E	366	4,80220059	75
SE	E	345	3,971905778	25
SE	E	345	4,9635343	100
ST	EQ	360	4,816816519	0
ST	EQ	360	0	0
ST	EQ	366	5,357419039	25
ST	EQ	366	5,245804547	0
ST	EQ	366	4,720116066	75
ST	EQ	366	4,808107414	25
ST	EQ	345	4,771630163	25
EA	EQ	360	4,76202332	0
EA	EQ	360	0	0
EA	EQ	366	4,807538556	25
EA	EQ	366	6,400249424	75
EA	EQ	345	4,881904587	50
EA	EQ	345	6,259384578	50
E	EQ	360	4,793405003	0
E	EQ	360	4,711141234	0
E	EQ	366	4,672971375	25
E	EQ	366	5,246225192	100
E	EQ	366	5,255125457	0
E	EQ	366	5,222825975	50
E	EQ	345	4,94217415	25
SE	EQ	360	4,702081184	0
SE	EQ	360	4,629581425	25
SE	EQ	360	4,627377453	25
SE	EQ	366	5,265382882	100
SE	EQ	345	4,812504613	25
SE	EQ	345	3,995637413	25

