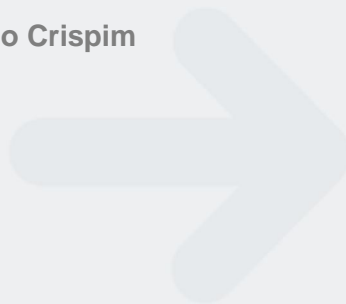


Estudo da produção e aplicação de cola animal

Filipe José Campos Marques

Novembro de 2012

Orientação: Doutor Alfredo Crispim



Agradecimentos

O trabalho apresentado contou com o apoio de algumas pessoas, sem menosprezar todas as contribuições, agradeço às mais importantes.

Ao Professor Doutor António Crispim agradeço a orientação, a ajuda e toda a disponibilidade prestada ao longo deste trabalho bem como do meu percurso académico.

À Vânia Silva e à Ana Ferreira, colaboradoras do laboratório CIETI do ISEP pela disponibilidade e colaboração de forma a proporcionarem as melhores condições na realização deste trabalho.

Aos meus amigos pelas palavras de estímulo e pelo apoio demonstrado.

Aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional e incansável incentivo durante a realização deste trabalho e durante toda a minha vida académica.

Resumo

Com as crescentes exigências do mercado e fortes restrições a nível ambiental, as indústrias modernas tendem a progredir no sentido da eficiência, sustentabilidade e rentabilidade dos seus processos produtivos.

Sendo a indústria dos curtumes uma forte geradora de resíduos sólidos, é indispensável criar alternativas à valorização desses mesmos resíduos de forma a cumprir todos os requisitos ambientais.

Este trabalho remete à reutilização dos resíduos, provenientes da divisão da pele em tripa após operação de descarna, com o intuito de se desenvolver um novo bio-produto apto para ser utilizado noutros sectores industriais. Os resíduos em causa consistem maioritariamente em colagénico, que apresenta um enorme potencial para se produzir cola animal. Desta forma, este trabalho tem como objectivo principal avaliar a utilização deste tipo de resíduo na produção de um novo bio-produto, cola animal, e testar a sua aplicabilidade técnica e funcional.

Com a realização deste trabalho, mostrou-se ser possível produzir um produto, a partir de retalhos da indústria de curtumes, com um perfil de carácter positivo no que diz respeito à viabilidade técnica e funcional da utilização da cola animal como eventual alternativa a um ligante, para formulações de colas de base aquosa para a indústria gráfica e do papel.

Palavras-Chave: *couro, resíduos, colagénico, PVA, cola*

Abstract

With the growing demands of the market and strong restrictions environmental, modern industries tend to progress towards efficiency, sustainability and profitability of their manufacturing processes.

Since the tanning industry is a strong generator of solid waste, it is essential to create alternatives to the appreciation of such waste in order to meet all environmental requirements.

This paper refers to the reuse of waste, from the division of the skin casing after the operation of the removal animal flesh, in order to develop a new bio-product suitable for use in other industrial sectors. The residue in question consists mostly of collagen, which has a huge potential to produce animal glue. Thus, this work aims at assessing the use of this type of waste in the production of a new bio-products, animal glue, and test their technical applicability and functional.

In this work, has proven to be possible to produce a product, from scraps of leather industry with a profile positive character with regard to technical and functional use of animal glue as a possible alternative to a linker to formulations of water-based adhesives for the graphic industry and paper.

Keyword: leather, residues, collagen, PVA, glue

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do trabalho	1
1.2	A indústria de curtumes e seus resíduos	2
1.3	Retalhos tripa e cola animal	6
1.4	A cola: produtos e processos	8
2	Trabalho efectuado	13
2.1	Estudos preliminares	13
2.2	Produção de cola animal	15
2.3	Teste da cola animal	17
3	Resultados e Discussão	21
3.1	Estudos preliminares	21
3.2	Produção de cola animal	21
3.3	Teste da cola animal	22
4	Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros	46
5	Bibliografia	48
6	Anexos	49
6.1	Literaturas Técnicas	49

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Processo da descarna mecânica ^[5]	2
Figura 1.2 – Pele em tripa a ser dividida.....	3
Figura 1.3 – Wet-blue ^[5]	4
Figura 1.4 – Bateria de fulões de Ribeira e Curtume	5
Figura 1.5 – Carga poluente duma unidade de curtumes (bovino).....	6
Figura 1.6 – Mecanismos de Adesão e Coesão	9
Figura 2.1 – Incubadora com Agitação Vertical do laboratório do CIETI.....	13
Figura 2.2 – Extractos proteicos degradados	14
Figura 2.3 – Extractos proteicos recolhidos da 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a extracções, respectivamente.....	15
Figura 3.1 – Viscosímetro digital Brookfield LVDV+.....	24
Figura 3.2 – Picnómetro de 50 mL para medição da densidade dos ensaios realizados	29
Figura 6.1 – Propriedades físicas e químicas do Biocida.....	49
Figura 6.2 – Ficha Técnica do Acelerador de Secagem	50
Figura 6.3 – Ficha técnica do Antiespuma.....	51
Figura 6.4 – Especificações técnicas do espessante.....	52

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Propriedades físico-químicas das matérias-primas à temperatura ambiente....	18
Tabela 2.2 – Fracções de PVA e Cola Animal presentes nas formulações dos ensaios realizados.....	19
Tabela 3.1 – Caracterização dos retalhos tripa.....	21
Tabela 3.2 – Quantidades dos extractos proteicos recolhidos	22
Tabela 3.3 – Caracterização dos extractos proteicos e do resíduo sólido final	22
Tabela 3.4 – Caracterização dos extractos proteicos, do PVA e dos ensaios realizados.....	23
Tabela 3.5 – Parâmetro de especificação para o ensaio de referência (primeiros ensaios de cada uma das extracções).....	24
Tabela 3.6 – Viscosidades obtidas nos ensaios realizados	25
Tabela 3.7 – Variação da viscosidade da cola em embalagem fechada, ao longo do tempo	26
Tabela 3.8 – Variação da viscosidade da cola em embalagem aberta, ao longo do tempo ..	27
Tabela 3.9 – Variação da diferença de viscosidade entre as situações de embalagem aberta e fechada, ao longo do tempo	28
Tabela 3.10 – Densidades obtidas dos ensaios realizados.....	30
Tabela 3.11 – Variação da densidade da cola em embalagem fechada, ao longo do tempo	31
Tabela 3.12 – Variação da densidade da cola em embalagem aberta, ao longo do tempo...	32
Tabela 3.13 – Variação da densidade da cola entre as situações de embalagem fechada e aberta, ao longo do tempo.....	33
Tabela 3.14 – Variação da densidade da cola em embalagem fechada ao longo do tempo, após agitação.....	34
Tabela 3.15 – Variação da densidade da cola em embalagem aberta ao longo do tempo, após agitação.....	35
Tabela 3.16 – Variação da diferença da densidade entre as situações de embalagem aberta e fechada ao longo do tempo, após agitação	36
Tabela 3.17 – Avaliação do tack ou pegajosidade dos ensaios realizados	37
Tabela 3.18 – Avaliação do teor de sólidos (% mássica).....	38
Tabela 3.19 – Tempo aberto para espessuras de filme de 120 e 60 µm	39
Tabela 3.20 – Deslocamento da colagem para espessuras de filme de 120 e 60 µm.....	40
Tabela 3.21 – Evolução do grau deslocamento da colagem com o tempo, para espessuras de filme de 120 e 60 µm, para a 1ª extracção	41
Tabela 3.22 – Evolução do grau de deslocamento da colagem com o tempo, para espessuras de filme de 120 e 60 µm, para a 2ª extracção.....	42
Tabela 3.23 – Evolução do grau de deslocamento da colagem com o tempo, para espessuras de filme de 120 e 60 µm, para a 3ª extracção.....	43

Tabela 3.24 – Avaliação do poder de adesão da colagem para a 1ª extracção para as espessuras de filme de 120 e 60 μm	44
Tabela 3.25 – Avaliação do poder de adesão da colagem para a 2ª extracção para as espessuras de filme de 120 e 60 μm	44
Tabela 3.26 – Avaliação do poder de adesão da colagem para a 3ª extracção para as espessuras de filme de 120 e 60 μm	45

Lista de Abreviaturas

PVA – Acetato Polivinílico

CA – Cola Animal

CIETI – Centro de Inovação em Engenharia e Tecnologia Industrial

N/A – Não Aplicável

SA – Sem Adesão

1 Introdução

1.1 Enquadramento do trabalho

A indústria dos curtumes é fortemente geradora de resíduos sólidos que contribuem para um elevado nível de poluição deste sector. Como tal, existe a necessidade de criar alternativas para a valorização destes resíduos sob o ponto de vista económico e ambiental. Os retalhos tripa são um resíduo sólido gerado na divisão da pele em tripa, após a operação de descarna. Este resíduo consiste basicamente em colagéneo, sendo que apresenta potencial para ser utilizado na produção de cola animal.

Este trabalho tem como objetivo principal testar a utilização deste resíduo na produção de cola animal e avaliar a sua aplicabilidade.

A estrutura desta dissertação é a referida seguidamente:

No capítulo 1 apresenta-se uma introdução que descreve a indústria de curtumes e o seu impacto ambiental referindo o resíduo que serve de base a este trabalho, e também algumas notas sobre colas e sua produção.

No capítulo 2 apresenta-se o trabalho efectuado desde a produção da cola animal aos testes de colagem.

No capítulo 3 apresentam-se os resultados e respectiva discussão.

No capítulo 4 apresentam-se as principais conclusões do trabalho efectuado durante esta tese.

No capítulo 5 apresenta-se a bibliografia consultada.

No capítulo 6 apresentam-se literaturas técnicas de alguns dos produtos utilizados para a realização do trabalho.

1.2 A indústria de curtumes e seus resíduos

A indústria de curtumes transforma a pele animal em couro resolvendo um grave problema da indústria da carne.

A pele resulta da matança do animal, sendo obtida através da esfolação que pode ser manual, mecânica ou por arranque.

Após a esfolação, a pele deve ser submetida imediatamente a um processo de conservação, que pode ser efectuado de várias formas: salga (a mais comum), salmoura, secagem, misto salga e secagem, e refrigeração, ficando então em condições de ser comercializada e transportada para a fábrica de curtumes para ser transformada.

A transformação da pele em bruto até ao produto acabado, o “couro”, envolve um conjunto de operações manuais e mecânicas, e de processos físico-químicos dos quais se descrevem os principais para a pele de bovino. ^[1]

Ribeira

Nesta fase, a pele é submetida a uma série de processos físico-químicos e operações mecânicas com o objectivo de a preparar para o curtume. Os principais processos são:

- Molho - Tratamento da pele em banho aquoso para restabelecer o seu estado de hidratação quando fresca e eliminar sujidades, sangue, sal, bosta, etc.
- Caleiro - Tratamento da pele em meio alcalino de modo a proceder à sua depilação (caso desejada) e ao relaxamento da sua estrutura fibrosa.
- Descarna mecânica - Remoção mecânica das gorduras aderentes à pele e do tecido subcutâneo, por meio de um rolo de lâminas. Durante esta operação, gera-se um resíduo sólido normalmente designado por raspa tripa de acordo com a figura 1.1.

Nesta fase as peles são normalmente designadas por **peles em tripa**.



Figura 1.1 – Processo da descarna mecânica ^[5]

- Divisão em tripa - Nesta operação, a pele é dividida pela espessura em duas partes através de uma lâmina de aço, como se pode ver na Figura 1.2. A parte principal é a pele propriamente dita cuja espessura se pretende acertar; a outra parte (lado da carne) é ainda aproveitada após uma adequada aparação. Desta parte resultam resíduos sólidos normalmente designados por retalhos tripa (esta operação também pode ser efectuada após curtume gerando resíduos curtidos designados por retalhos wet-blue).



Figura 1.2 – Pele em tripa a ser dividida

Curtume

As peles provenientes da Ribeira seguem para a fase do curtume onde são tratadas de modo a ficarem térmicamente estáveis e resistentes à putrefacção. Esta fase consiste basicamente nos seguintes processos:

- Desencalagem - Eliminação da cal e produtos alcalinos do interior da pele através de lavagens e produtos químicos, anulando simultaneamente o inchamento alcalino verificado no caleiro. Durante este processo, a pele é neutralizada até um pH à volta de 8,0 adequado para a purga, processo seguinte.
- Purga - Tratamento enzimático normalmente efectuada no mesmo banho da desencalagem com o fim de relaxar a estrutura da pele e eliminar restos de epiderme, pelo e gorduras. Esta operação é sempre seguida de uma ou duas lavagens.
- Piquelagem - Tratamento com sal e ácido em banho aquoso de modo a reduzir o pH para valores ácidos (variam normalmente entre 2,5 a 4,5 conforme o agente de curtume utilizado), preparando a pele para o curtume. Esta operação é como que um complemento da desencalagem e tem ainda a importante acção de interromper definitivamente a purga.

- Curtume - Tratamento, normalmente efectuado no mesmo banho da piquelagem, com o agente de curtume adequado de modo a conferir à pele estabilidade térmica, resistência e outras propriedades específicas de cada caso. O agente de curtume mais utilizado é o crómio que conduz a uma pele de cor azulada designada por **wet-blue**, conforme explicitado na figura 1.3.



Figura 1.3 – Wet-blue^[5]

- Escorrimento - operação mecânica em que a pele curtida é espremida para eliminação de parte da água nela contida.

Tinturaria

A pele é então submetida a vários tratamentos em meio aquoso com o objectivo de lhe conferir características muito próprias como textura, côr, aptidão para a lixagem, etc. Previamente ao processo de tinturaria, a pele é submetida à operação de rebaixamento.

- Rebaixamento - A pele é rebaixada de acordo com a espessura final pretendida. Esta operação mecânica complementa a operação de dividir, não suficientemente precisa, raspando a pele do lado da carne (carnaz) através de um rolo de lâminas com o fim de acertar a espessura para o valor pretendido. Resultam assim resíduos sólidos curtidos, designados por raspa azul ou raspa wet-blue no caso do curtume com sais de crómio.

Passa-se então ao processo de tinturaria propriamente dito que consiste nos seguintes tratamentos principais:

- Neutralização - Eliminação do ácido livre contido na pele e ajuste do pH para valores que permitam os tratamentos posteriores (4,5 a 6,0).
- Recurtume - Utilização de produtos químicos de modo a conferir ao couro a textura pretendida e certas características como aptidão para a lixagem, enchimento, etc.

- Tingimento - Utilização de corantes apropriados de modo a obter a cor pretendida, quer superficialmente quer através da espessura da pele.
- Engorduramento - Utilização de gorduras de base animal, vegetal e sintética com o fim de lubrificar as fibras conferindo resistência e maciez ao couro.

A partir desta fase acabam os processos físico-químicos em meio aquoso; estes processos ocorrem numa máquina tipo tambor rotativo, designada por fulão; como se vê na Figura 1.4.



Figura 1.4 – Bateria de fulões de Ribeira e Curtume

O processo de tinturaria é o último efectuado em meio aquoso, pelo que é necessário proceder à secagem das peles. Assim, as peles são espremidas e alisadas mecanicamente e então submetidas a uma secagem por vazio complementada com uma secagem em estufa. Após a secagem, a pele é amaciada e designada por **crust**.

Acabamento

Nesta fase a pele é submetida a uma série de operações mecânicas e à aplicação de composições apropriadas com o fim de a tornar mais resistente superficialmente, de a valorizar melhorando o seu aspecto e conferindo-lhe os efeitos moda pretendidos. A pele é então designada por **pele acabada**.

O processo produtivo descrito anteriormente gera uma carga poluente elevada, quer ao nível de efluentes líquidos quer ao nível de resíduos sólidos, e ainda considerável em termos de efluentes gasosos.

A Figura 3 mostra a carga poluente (efluentes e resíduos sólidos) correspondente ao processo produtivo descrito. ^[2]

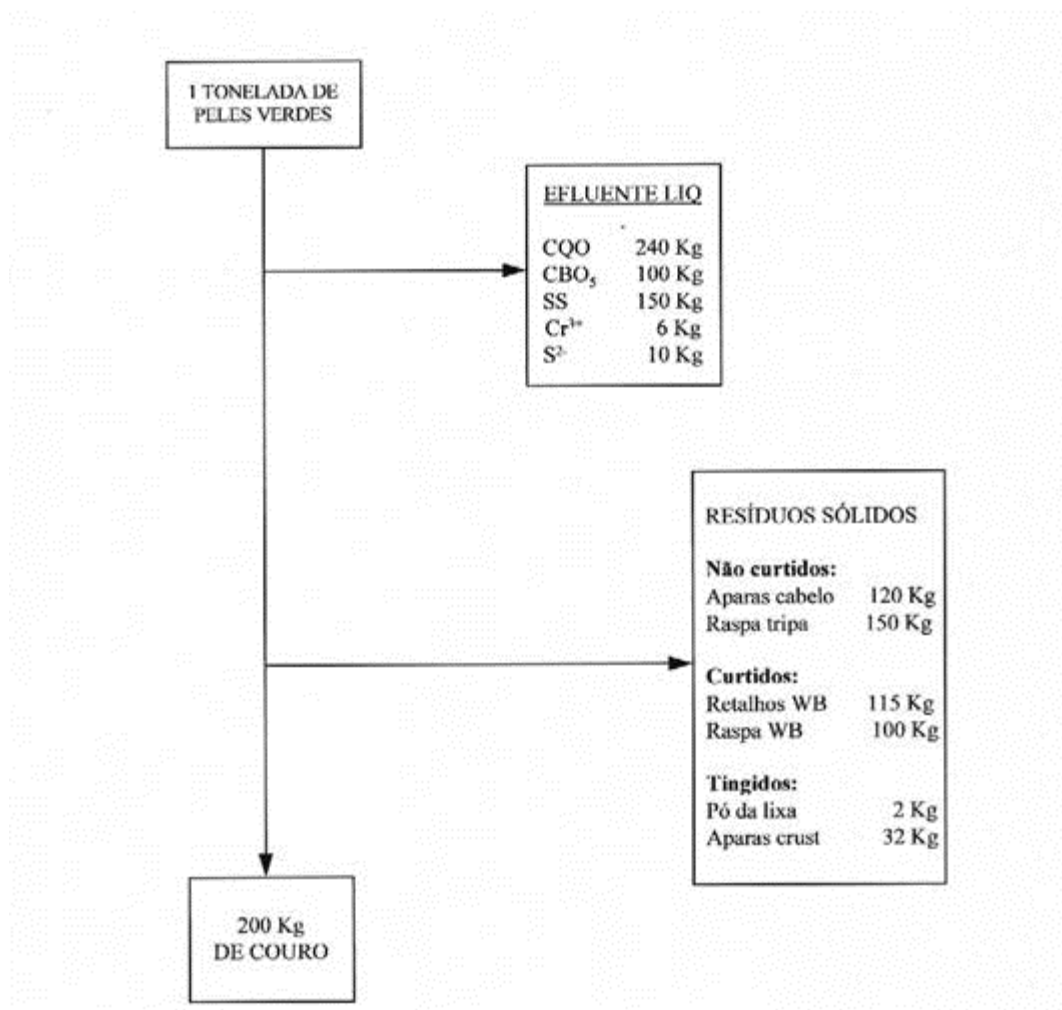


Figura 1.5 – Carga poluente duma unidade de curtumes (bovino)

1.3 Retalhos tripa e cola animal

A pele é a estrutura externa do corpo dos animais, geralmente coberta com pêlo ou lã e formada por várias camadas sobrepostas. Na generalidade, consiste em três camadas principais: epiderme, derme e tecido subcutâneo.

A derme, que se encontra imediatamente abaixo da epiderme e que se estende até à camada subcutânea, constitui a parte principal da pele e a sua espessura representa aproximadamente 84% da espessura total da pele; sendo a parte aproveitável para o fabrico do couro.

As proteínas da pele classificam-se em dois grandes grupos: fibrosas e globulares. As proteínas fibrosas são essencialmente a queratina (eliminada no caleiro), o colagénio e a elastina; as globulares são albuminas e globulinas (estas são eliminadas no molho e no caleiro).

O colagénio é o principal constituinte da derme, que conduz ao couro propriamente dito. A elastina é uma outra proteína que faz parte da derme e que se caracteriza por constituir algum tecido elástico aí existente.

Os retalhos tripa, fazem parte da derme, sendo que uma das sua faces (a do lado da carne) ainda pode conter algum tecido subcutâneo, normalmente eliminado na descarna mecânica e que se caracteriza pela existência de alguma gordura.

O colagénio pode ser sujeito a um processo de desnaturação (perda parcial ou total da conformação que têm as proteínas) que pode ser térmica ou química; em ambos os casos, a estrutura rígida das fibras desmorona-se e transforma-se numa mistura complexa de cadeias polipeptídicas flexíveis.

Este facto é aproveitado para o fabrico de cola animal a partir dos retalhos tripa cujo principal constituinte é o colagénio. ^[3]

1.4 A cola: produtos e processos

Linha do Tempo

A cola ou adesivo é definido como uma substância capaz de manter os materiais juntos por fixação ou adesão das suas superfícies por um longo período de tempo. Esta é uma definição muito simples para um material que é a base de uma indústria multibilionária com mais de 750 empresas, espalhadas por todo o mundo, a competir por uma fatia do mercado. A primeira evidência de uma substância usada como adesivo remete a 4000 aC. As primeiras referências na literatura a respeito das colas e a arte de colar, apareceram sensivelmente a 200 anos aC onde procedimentos simples foram elaborados de modo a produzir adesivos ou colas, sendo estas de origem animal.

O próximo período de actividade remete ao ano de 1500 dC, quando os romanos e gregos desenvolveram a arte da ligação de secções finas ou de várias camadas de madeira. A partir deste período, a arte de criação de colas a partir de animais foi refinada e outros tipos de adesivos foram desenvolvidos, tais como adesivos à base de claras de ovos e folhas. Além de claras de ovos, outros ingredientes naturais foram utilizados para preparar a colas, tais como o sangue, os ossos, pele, leite, queijo, verduras e grãos.

A primeira fábrica de colas comerciais surgiu na Holanda onde a fabricação de cola era feita a partir de peles de animais, e em cerca de 1750, surgiu a primeira patente de cola emitida na Grã-Bretanha para uma cola de peixe. A partir deste ponto surgiu rapidamente emissão de várias patentes para adesivos usando a borracha natural, ossos de animais, peixes, amido e de proteínas do leite (caseína).

A revolução industrial causou um avanço tecnológico enorme nesta área, onde resultaram novos materiais adequados para o uso na formulação de adesivos.

Embora os adesivos já sejam conhecidos à mais de 6000 anos, a maior parte desta tecnologia só tem sido largamente desenvolvida durante os últimos 100 anos. ^[6]

Actualmente, dada a evolução tecnológica suportada pelas vastas exigências do mercado, a tecnologia dos adesivos é destacada pela sua inúmera aplicabilidade desde junções de tecidos vivos internos e externos, em cirurgia, para construir estruturas sofisticadas, como nos casos da indústria aeronáutica e da indústria de calçados, em construção civil e principalmente na infinidade de aplicações nas indústrias do papel e da madeira.

Adesão e Aderência da cola

Para o melhor entendimento da funcionalidade de um adesivo ou cola convencional, é fundamental perceber primeiro a teoria de adesão e aderência proporcionada por este tipo de produto. Como já referenciado anteriormente um adesivo é caracterizado por ser um material capaz de unir dois, ou mais substratos, suportado por dois mecanismos base. Sendo o primeiro mecanismo o da adesão, desenvolvido entre o adesivo e o substrato, e o segundo mecanismo refere-se à coesão que está implícita à estabilidade do próprio adesivo referindo-se à união entre os materiais, isto é, a força se opõe à separação dos materiais “colados”.

A Figura 1.6 representa os mecanismos envolvidos na utilização de um adesivo para união de dois substratos.

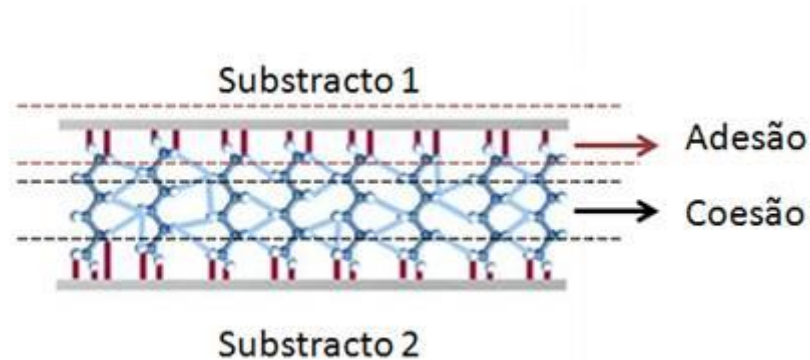


Figura 1.6 – Mecanismos de Adesão e Coesão

Perante a figura anteriormente ilustrada entende-se que a adesão são todas as forças que mantêm o adesivo fixo a cada substrato, ou seja, este termo refere-se a todos os mecanismos de adesão ou forças localizadas numa fina camada (camada limite) entre o substrato e o próprio adesivo, enquanto que o mecanismo da coesão são todas as forças que mantêm o próprio adesivo. Estas forças referem-se principalmente a ligações químicas covalentes entre átomos, permitindo a criação de moléculas que permitem unir diferentes cadeias poliméricas, criando estruturas compactas e altamente reticuladas. [7]

Actualmente, existem várias teorias que tentam explicar o fenómeno de aderência do adesivo aos substratos, não há atualmente nenhuma teoria unificada para justificar todos os casos. Exige-se o uso e combinação de diferentes teorias tais como:

- Teoria mecânica

Que relaciona o grau de adesão que pode ser obtido com a porosidade e rugosidade da superfície do substrato.

O substrato, quando observado a nível microscópico, tem uma superfície irregular que permite que o adesivo penetre e se estenda por todas essas irregularidades, resultando em zonas de fixação entre o adesivo e o substrato.

Para além da rugosidade e porosidade da superfície do substrato, para serem gerados pontos de fixação ou ancoragem de adesão, é necessário que o adesivo tenha um bom poder de enchimento, de forma a poder penetrar nos poros da superfície do substrato, sendo que, a viscosidade é o factor primordial para determinar esse mesmo poder de enchimento do adesivo. A teoria de aderência mecânica não leva em conta a incompatibilidade que possa existir entre o adesivo e o substrato, tem apenas em consideração a irregularidade da superfície do substrato e o poder de enchimento do adesivo. Assim esta teoria não pode explicar a aderência entre as superfícies com baixas rugosidades ou lisas, nem a ausência de aderência entre os substratos com o adesivo.

- Teoria da adsorção química

Baseia-se no princípio da adsorção química em que o adesivo tem que adequadamente molhar o substrato, o fenómeno de aderência resulta na geração intermolecular ou forças de Van der Waals e ligações químicas entre o adesivo e do substrato.

- Teoria da difusão

O modelo de difusão explica o conceito de adesão pela compatibilidade entre os polímeros e os movimentos que ocorrem nas cadeias de polímero.

Quando dois polímeros são compatíveis, as suas cadeias poliméricas são capazes de se misturar entre si, o que resulta em penetração parcial entre os dois materiais. A mobilidade e o grau de penetração dos polímeros é determinada directamente pelo seu peso molecular, de modo que as cadeias de poliméricas curtas têm alta mobilidade de penetrar no interior do material, ao contrário das cadeias poliméricas longas. Usando essa teoria pode explicar o fenómeno de adesão que ocorre entre os materiais poliméricos, por exemplo, a ligação ou união de materiais plásticos.

- Teoria eletrostática

A teoria electrostática baseia-se na atracção mútua das cargas electrostáticas de sinal oposto fazendo com que haja aderência entre o adesivo e o substrato.^[7]

Classificação dos adesivos

O principal objetivo de classificar os adesivos é agrupar a grande variedade de adesivos e colas que existem actualmente no mercado, a fim de se relacionar e entender melhor a sua origem, funcionamento e utilização.

A primeira classificação dos adesivos é dividida de acordo com a sua origem, sendo esta dividida em adesivos naturais e sintéticos. Os adesivos naturais são os adesivos que são produzidos ou extraídos a partir de recursos naturais, tais como plantas ou animais, o amido, colas de caseína ou de borracha natural.^[8]

Adesivos sintéticos são aqueles que não são encontrados na natureza e são concebidos e fabricados pelo homem, denominando-se vulgarmente por “adesivos de laboratório”. São os adesivos mais amplamente utilizados em vários sectores industriais, por causa das suas propriedades mecânicas, físicas e químicas em muito superiores aos adesivos naturais. Existem várias maneiras de classificar o extenso catálogo de adesivos sintéticos actualmente disponíveis, entre eles podendo-se distinguir pelo número de componentes necessários para promover a solidificação ou endurecimento dos mesmos tais como:

- Adesivos mono-componentes - são aqueles adesivos que são fornecidos num único recipiente ou embalagem, tais como adesivo de poliuretano de cura por perda de humidade, cianoacrilatos, silicones, colas de cura por perda de humidade e silanos modificados.
- Adesivos bi-componentes - são fornecidos em recipientes ou embalagens distintas, sendo necessário misturá-los na proporção adequada para se iniciar o processo de solidificação ou de cura, tal como os poliuretanos, acrilatos e epóxi.^{[9][10]}

Outro tipo de classificação possível remete à estrutura e natureza e conseqüentemente às propriedades mecânicas do polímero adesivo após reticulação ou cura, dos quais se distinguem:

- Adesivos elásticos - que possuem um elevado alongamento antes de fractura
- Adesivos termorígidos - colas rígidas que têm alta resistência ao impacto, mas pouca elasticidade

A classificação mais utilizada para diferenciar ao longo da ampla gama de adesivos, baseia-se no tipo de processo de cura ou solidificação que ocorre no adesivo, destacando-se os seguintes:

- Adesivos de cura física: hotmelts, adesivos à base de solventes, adesivos em base quosa, adesivos de contacto, adesivos de dispersão, adesivos plastisóis, adesivos sensíveis à pressão (fitas-adesivas)
 - Adesivos de cura química: adesivos de poliadição (adesivos de epóxi, adesivos poliuretânicos, silicones e adesivos de borracha de cura com calor), adesivos de polimerização (metacrilatos, cianoacrilatos, adesivos anaeróbicos, poliéster insaturado, acrilatos de cura por radiação e epóxi de cura por radiação), adesivos de policondensação (silicones, silanos modificados, adesivos fenólicos e poliamidas).
- [10][11]

Principais indústrias consumidoras e formas de aplicação dos adesivos

De entre as várias indústrias consumidoras de adesivos destacam-se:

- Indústria do papel e cartão (cartonagens e gráficas)
- Indústria da madeira/mobiliária
- Indústria aeronáutica
- Indústria automóvel
- Etc...

As diferentes formas de aplicação dos adesivos nos substractos é feita, genericamente, por:

- Rolos
- Discos lisos e dentados
- Spray (Pistolas de ar comprimido)
- Robots
- Etc...

2 Trabalho efectuado

2.1 Estudos preliminares

Numa fase inicial procedeu-se à caracterização dos retalhos tripa, nomeadamente no que respeita à humidade, matéria orgânica e matéria mineral. ^[4]

Numa segunda fase, passou-se à avaliação da digestão dos retalhos. Para tal, utilizou-se um processo alcalino e um processo enzimático que foram executados utilizando uma Incubadora com Agitação Vertical do laboratório do CIETI (sempre a 300 rpm).



Figura 2.1 – Incubadora com Agitação Vertical do laboratório do CIETI

Processo alcalino:

- Pesar 50 g de retalhos tripa.
- Acrescentar 400% de água à temperatura ambiente (% calculada com base na massa dos retalhos tripa) e 2% de hidróxido de sódio.
- Tratar termicamente a 60°C durante 15 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Continuar tratamento térmico a 80°C durante 2 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Neutralizar o extracto proteico obtido (pH 6~7) com ácido acético glacial.
- Recolher extracto proteico.

Processo enzimático:

- Pesar 50 g de retalhos tripa.
- Acrescentar 400% de água à temperatura ambiente (% calculada com base na massa dos retalhos tripa) e 2% de enzima ERHA PH 3895.
- Tratar termicamente a 60°C durante 15 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Neutralizar o extracto proteico obtido (pH 6~7) com ácido acético glacial
- Recolher extracto proteico.

Os resultados obtidos foram inconclusivos devido à degradação dos extractos proteicos recolhidos por intermédio dos dois métodos aplicados.



Figura 2.2 – Extractos proteicos degradados

Numa terceira fase, tendo em conta que os resultados obtidos na segunda fase não foram os esperados, pensou-se proceder apenas a um tratamento térmico de acordo com bibliografia consultada. Procedeu-se então à execução do seguinte processo utilizando a máquina Mathis do laboratório do CIETI (sempre na rotação 1):

- Pesar 150 g de retalhos tripa.
- Lavar com 300% de água a 25°C durante 10 min.
- Desencalar com 100% de água (% calculada com base na massa dos retalhos tripa), 2,5% de sulfato de amónio, 0,5% de bissulfito de sódio e 0,5% de solução de ácido acético (10% em massa), durante 60 min a 35°C.
- Lavar com 300% de água a 35°C durante 10 min
- Tratar termicamente com 100% de água a 50°C durante 4 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Neutralizar o extracto proteico obtido (pH 6~7) com ácido acético glacial.

- Recolher extracto proteico.

Os resultados obtidos já foram promissores pelo que se passou à produção de cola animal com base neste processo.

O extracto proteico recolhido nesta fase, foi designado como “extracto da 1ª extracção”, onde posteriormente se realizaram todos os ensaios inerentes aos testes da cola seguindo esta designação. A Figuras 2.3 a seguir ilustrada representa os extractos proteicos recolhidos, provenientes da 1ª, 2ª e 3ª extracções realizadas, respectivamente.



Figura 2.3 – Extractos proteicos recolhidos da 1ª, 2ª e 3ª extracções, respectivamente

2.2 Produção de cola animal

Tendo por base os resultados do procedimento preliminar realizado na terceira fase, passou-se à produção de cola animal com mais quantidade de retalhos tripa e juntando uma protease na desencalagem para tentar facilitar a extracção proteica, de acordo com o seguinte processo:

- Pesar 250 g de retalhos tripa.
- Lavar duas vezes com 300% de água a 25°C durante 10 min.
- Desencalar com 100% de água, 2,5% de sulfato de amónio, 0,5% de bissulfito de sódio, 0,5% de solução de ácido acético (10% em massa) e 0,4% de Basozym 1000, durante 60 min a 35°C.
- Lavar duas vezes com 300% de água a 35°C durante 10 min.
- Tratar termicamente com 100% de água a 60°C durante 4 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Tratar termicamente com 100% de água a 70°C durante 5 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Pesar resíduo sólido dos retalhos tripa e caracterizar o mesmo quanto a humidade, matéria orgânica e matéria mineral.

Nota: (% calculadas com base na massa dos retalhos tripa)

Os resultados obtidos não foram satisfatórios, motivo pelo qual se repetiu o processo não utilizando a enzima e com ligeiras diferenças conforme se apresenta seguidamente:

- Pesar 250 g de retalhos tripa*.
- Lavar duas vezes com 300% de água a 25°C durante 10 min.
- Desencalar com 100% de água (% calculada com base na massa dos retalhos tripa), 2,5% de sulfato de amónio, 0,5% de bissulfito de sódio e 0,5% de solução de ácido acético (10% em massa), durante 60 min a 35°C.
- Lavar duas vezes com 300% de água a 35°C durante 10 min.
- Tratar termicamente com 75% de água a 55°C durante 4 horas.
- Recolher extracto proteico.
- Tratar termicamente com 75% de água a 60°C durante 4 horas
- Recolher extracto proteico e juntar ao obtido anteriormente e caracterizar a mistura.
- Continuar tratamento térmico com 100% de água a 65°C durante 4 horas.
- Recolher extracto proteico e caracterizar o mesmo.
- Pesar resíduo sólido dos retalhos tripa e caracterizar o mesmo.

***utilizou-se *croute* tripa pelo facto de já não haver retalhos tripa (a única diferença reside no facto da *croute* ser algo mais espessa que o retalho).**

Por intermédio deste processo os resultados obtidos já foram satisfatórios, constituindo assim um ponto de partida para a formulação e realização de vários ensaios de produção de cola.

A mistura dos dois primeiros extractos recolhidos, do processo precedente, foi designada como “extracto da 2ª extracção” e o último extracto recolhido como “extracto da 3ª extracção”. É importante de referir que a cola animal foi obtida por duas vias diferentes, sendo a primeira isenta de tratamento prévio com cal (hidróxido de cálcio) e a outra já na presença de cal.

No caso do processo com recurso ao tratamento com cal, este foi efectuado da mesma forma que o descrito anteriormente com a única diferença de, antes das lavagens iniciais, os retalhos terem sido sujeitos a um tratamento com 100% de água e 4% de hidróxido de cálcio (cal) durante 18 horas à temperatura ambiente com rodagens esporádicas de 5 min na rotação 1.

2.3 Teste da cola animal

O principal objectivo deste trabalho consiste na avaliação da viabilidade da inserção da cola animal (CA), proveniente das extracções anteriormente descritas, na formulação de uma cola industrial de base aquosa. Para este efeito, e dadas as características adesivas da cola animal, procurou-se substituir, ou até eliminar, o ligante base (PVA) presente na formulação da cola gráfica industrial, uma vez que este tipo de produto é o constituinte mais determinante numa cola tanto em termos de adesão bem como do custo do produto final. De uma forma geral, o ligante representa sensivelmente 25% do custo final de uma cola desta natureza, o que reforça ainda mais a ideia de se obter um produto alternativo, a um preço mais baixo e com características adesivas semelhantes, ao ligante.

Previamente à realização dos ensaios foi necessário caracterizar quanto às propriedades físicas e químicas todas as matérias-primas inseridas nas formulações de cada um dos ensaios, uma vez que as características do produto final serão determinadas em função de todas as características das matérias-primas utilizadas. Na Tabela 2.1 estão representadas as características de todas as matérias-primas utilizadas nas formulações dos ensaios realizados. Como é possível verificar na Tabela 1 não é explicitado um valor para a viscosidade dos extractos proteicos obtidos, devido a à temperatura ambiente os extractos se encontrarem no estado sólido (gelatina). Para que houvesse possibilidade de se obter um valor orientativo para a viscosidade seria necessário aquecer o extracto proteico para que este fluidizasse, permitindo desta forma obter-se uma aferição da viscosidade. Esta seria uma medição de grande relevância para este estudo, uma vez que esta característica física influencia muito a viscosidade do produto final. Contudo, não se procedeu ao aquecimento dos extractos proteicos com o intuito de não se correr o risco da degradação dos mesmos.

Tabela 2.1 – Propriedades físico-químicas das matérias-primas à temperatura ambiente

Matéria-prima	Característica à temperatura ambiente				
	Aspecto	Viscosidade (cP)	Densidade (kg/m ³)	Teor de sólidos (%)	pH
Água	Líquido transparente	1,00E-02	1000	0	7
Antiespuma	Líquido amarelado opaco	160	950	85	6
Acelerador de secagem	Pó branco	N/A	1440	99,5	4,3
Biocida	Líquido amarelado transparente	N/A	1078	16,5	4
PVA	Líquido branco	41700	1080	53	4
1º Extracto proteico	Sólido amarelado opaco	N/A	1001	2,8	7
2º Extracto Sem Cal			1004	2,5	
2º Extracto Com Cal			1003	3,0	
3º Extracto Sem Cal			1002	3,3	
3º Extracto Com Cal			1001	3,4	
Espessante	Líquido amarelado opaco	116400	1000	19	6

A Tabela 2.2 esquematizada a seguir caracteriza e define os ensaios realizados quanto às percentagens de ligante e de cola animal utilizadas na formulação da cola. Os ensaios foram realizados segundo a variação da percentagem de ligante na cola (7,5%), ou seja, a percentagem de ligante presente na formulação da cola resulta da combinação entre o ligante e a cola animal relativamente aos 7,5%, que corresponde à fracção de ligante na cola. À excepção da 1ª Extracção, as restantes extracções (2ª e 3ª) foram realizadas com e sem cal.

Tabela 2.2 – Fracções de PVA e Cola Animal presentes nas formulações dos ensaios realizados

Extracção	Ensaio	%					
		Ensaio			Formulação		
		PVA	Cola Animal	Total	PVA	Cola Animal	Total
X com e sem cal	n	100	0	100	7,5	0	7,5
	n+1	0	100	100	0	7,5	7,5
	n+2	75	25	100	5,625	1,875	7,5
	n+3	50	50	100	3,75	3,75	7,5
	n+4	25	75	100	1,875	5,625	7,5

Nota: X representa a extracção em questão e n o número do ensaio efectuado.

Para cada um dos ensaios realizados avaliou-se as propriedades que a seguir se referem:

- 1) Características: avaliou-se a tonalidade, o odor e o pH.
- 2) Viscosidade: mediu-se a viscosidade de cada um dos ensaios realizados (característica física); estudou-se a variação da viscosidade/comportamento reológico das misturas ao longo do tempo nas situações de embalagem fechada (condições de stock) e aberta (condições de utilização, por exemplo para o caso da cola permanecer no balseiro durante um intervalo de tempo superior ao normal).
- 3) Densidade: mediu-se a densidade de cada um dos ensaios realizados (característica física); estudou-se a variação da densidade após agitação a 1000 rpm durante 20 minutos para embalagem aberta e fechada (simulação da situação industrial de aplicação da cola no substracto, dado que na maioria das cartonagens e gráficas actuais, a aplicação da cola é feita por rolos com rotação elevada. Este efeito implica, geralmente, incorporação de ar na cola alterando a densidade do produto aplicado proporcionando graves defeitos na colagem porque, após aplicação da cola no substracto, existem inúmeras "bolhas" de ar espalhadas por todo o revestimento, fazendo com que haja menos cola aplicada, e como tal a adesão/colagem dos substractos é comprometida).
- 4) Tack/Pegajosidade: mediu-se a pegajosidade da cola (capacidade para ligar fisicamente os substractos sem que o filme/revestimento de cola aplicado esteja devidamente seco).
- 5) Teor de sólidos: avaliação do teor de sólidos (matéria activa da cola).

- 6) Tempo Aberto (Tempo decorrido até que o filme de cola aplicado, com determinada espessura, esteja completamente seco. Tempo decorrido até deixar de haver adesão/colagem entre os substratos. Desprovido de adesão/colagem).

- 7) Deslocamento da colagem (Tempo decorrido até que deixe de ser possível deslocar a colagem. Tempo em que o utilizador deixa de poder descolar e voltar a colar os substratos, sem comprometer a colagem ou até a superfície dos substratos. Simulação da situação industrial em que frequentemente há necessidade de actos de correcção da colagem).

- 8) Poder de adesão (Força da colagem dos substratos. Colar substratos com um filme de cola com determinada espessura e, após estarem devidamente colados, avaliar o poder de adesão ao longo do tempo).

3 Resultados e Discussão

3.1 Estudos preliminares

Os resultados da primeira fase do trabalho, a caracterização dos retalhos tripa, no que respeita à humidade, matéria orgânica e matéria mineral, apresentam-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Caracterização dos retalhos tripa

Parâmetro	Retalhos tripa
Humidade	76,78
Matéria seca (% sólidos)	23,22
Matéria orgânica (% base seca)	91,17
Matéria mineral (% base seca)	8,83

Da segunda fase de ensaios resultou um extracto proteico demasiado hidrolisado dada a sua baixa viscosidade mesmo após tentativa de concentração, pelo que se entendeu que a utilização da soda cáustica e da enzima, associadas a uma temperatura relativamente elevada, conduz a uma forte hidrólise da proteína.

Assim, passou-se à terceira fase de ensaios preliminares recorrendo apenas a um tratamento térmico. Este tratamento conduziu a um extracto proteico (extracto da 1ª extracção) com características gelatinosas que, aplicado em ensaios de colagem de cartão, correspondeu satisfatoriamente ainda que com uma avaliação algo subjectiva.

3.2 Produção de cola animal

O primeiro ensaio realizado não foi satisfatório, talvez devido à utilização da enzima e ao facto de não se ter deixado o extracto em frigorífico.

O segundo ensaio deu bons resultados, se bem que se tenha utilizado croute tripa devido à falta de retalhos tripa. A diferença entre estes dois resíduos consiste no facto da croute tripa ser mais espessa que os retalhos tripa. Os extractos proteicos obtidos da 1ª e da

2ª extracção efectuadas no segundo ensaio foram misturados, e a mistura resultante classificada como “extracto da 2ª extracção”. O extracto proteico obtido na 3ª extracção do segundo ensaio foi classificado como “extracto da 3ª extracção”.

A Tabela 3.2 mostra a quantidade de extractos proteicos resultante do segundo ensaio para as duas situações: com e sem cal (hidróxido de cálcio).

Tabela 3.2 – Quantidades dos extractos proteicos recolhidos

Processo	Especificações	Extracto proteico (g)		
		1ª Extracção	2ª Extracção	3ª Extracção
A	Com Cal	213,40	195,93	164,74
B	Sem Cal	242,65	185,06	139,53

. Na Tabela 3.3 apresentam-se os resultados da caracterização do resíduo sólido final obtido e dos diferentes extractos proteicos obtidos para o segundo ensaio.

Tabela 3.3 – Caracterização dos extractos proteicos e do resíduo sólido final

	Resíduo (Sólido)		Extractos proteicos			
	Com cal	Sem cal	2ª Extração com cal	3ª Extração com cal	2ª Extração sem cal	3ª Extração sem cal
Teor de sólidos (%)	27,4	30,6	3,0	3,4	2,5	3,3
Humidade (%)	72,6	69,4	97,0	96,6	97,5	96,7
Matéria orgânica (% base seca)	95,2	91,9	89,1	91,9	96,0	96,8
Matéria Mineral (% base seca)	4,8	8,1	10,9	8,1	4,0	3,2

Como seria de esperar, os extractos proteicos provenientes do ensaio sem cal apresentam um teor de matéria orgânica superior o que pode ser vantajoso para a qualidade da cola animal obtida.

3.3 Teste da cola animal

Com os extractos proteicos designados por: “extracto da 1ª extracção”, “extracto da 2ª extracção” e “extracto da 3ª extracção”, fizeram-se várias misturas correspondentes a potenciais colas de base animal para as quais se avaliaram as propriedades já referidas.

1) Características

Características como a tonalidade, o odor e o pH apresentam-se na Tabela 3.4 para os vários ensaios realizados, assim como para os extractos proteicos e para o PVA.

Tabela 3.4 – Caracterização dos extractos proteicos, do PVA e dos ensaios realizados

		Característica				
		Produto/Extracto/Ensaio	Aspecto	Odor	pH	
		PVA	Branco	Característico	4	
Extractos Proteicos	1ª Extração		Líquido amarelado opaco	Intenso a matéria orgânica	7	
	2ª Extração Sem Cal			Ligeiro a matéria orgânica	7	
	2ª Extração Com Cal				8	
	3ª Extração Sem Cal				7	
	3ª Extração Com Cal				8	
1ª Extração	E1.1-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7	
	E2.1-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7	
	E3.1-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7	
	E4.1-12		Líquido Branco	Ligeiro a CA	7	
	E5.1-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7	
2ª Extração	SEM CAL	E1.2/1-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E2.2/1-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
		E3.2/1-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E4.2/1-12		Líquido Branco	Ligeiro a CA	7
		E5.2/1-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
	COM CAL	E1.2/2-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E2.2/2-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
		E3.2/2-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E4.2/2-12		Líquido Branco	Ligeiro a CA	7
		E5.2/2-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
3ª Extração	SEM CAL	E1.3/1-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E2.3/1-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
		E3.3/1-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E4.3/1-12		Líquido Branco	Ligeiro a CA	7
		E5.3/1-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
	COM CAL	E1.3/2-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E2.3/2-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7
		E3.3/2-12		Líquido Branco	Ligeiro a PVA	7
		E4.3/2-12		Líquido Branco	Ligeiro a CA	7
		E5.3/2-12		Líquido ligeiramente esbranquiçado	Ligeiro a CA	7

Antes de se proceder a qualquer conclusão dos resultados obtidos, é importante referir que o primeiro ensaio efectuado, em cada uma das extracções, é o mesmo para todos os ensaios uma vez que remete para a situação em que se está a utilizar 100% de PVA como ligante da cola. Desta forma quer-se dizer que o ensaio E1.1-12 é o mesmo que os ensaios E1.2/1-12, E1.2/2-12, E1.3/1-12 e E1.3/2-12. Esta situação aplica-se para todos os parâmetros de teste avaliados. O primeiro ensaio realizado representa assim o ensaio de referência ou padrão, em que a cola produzida contém 100% de PVA na sua formulação, onde os seus parâmetros de especificação servem de termos comparativos aos demais ensaios realizados. Na Tabela 3.5 são apresentados os valores de referência para os parâmetros da viscosidade, densidade e teor de sólidos.

Tabela 3.5 – Parâmetro de especificação para o ensaio de referência (primeiros ensaios de cada uma das extracções)

Parâmetro	Especificação
Viscosidade (cP)	1500 - 1600
Densidade (kg/m ³)	0,90 - 1,10
Teor de sólidos (%)	11 -13

2) Viscosidade

A medição da viscosidade foi realizada à temperatura de 23 °C, num viscosímetro digital Brookfield LVDV II +, com a haste nº4 e à velocidade constante de 100 rpm, durante um minuto. A Figura a seguir ilustra o aparelho utilizado para as medições da viscosidade dos ensaios realizados.



Figura 3.1 – Viscosímetro digital Brookfield LVDV+

A viscosidade foi avaliada para os diferentes ensaios realizados, cujos resultados se apresentam na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Viscosidades obtidas nos ensaios realizados

		ENSAIO	Viscosidade (cP)
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	1560
		E2.1-12	3980
		E3.1-12	1590
		E4.1-12	1632
		E5.1-12	2184
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	1560
		E2.2/1-12	1854
		E3.2/1-12	1548
		E4.2/1-12	1549
		E5.2/1-12	1518
	COM CAL	E1.2/2-12	1560
		E2.2/2-12	3696
		E3.2/2-12	1548
		E4.2/2-12	1524
		E5.2/2-12	1578
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	1560
		E2.3/1-12	2142
		E3.3/1-12	1596
		E4.3/1-12	1548
		E5.3/1-12	1986
	COM CAL	E1.3/2-12	1560
		E2.3/2-12	5736
		E3.3/2-12	1560
		E4.3/2-12	1572
		E5.3/2-12	1662

A Tabela 3.6 mostra que há um aumento acentuado da viscosidade dos ensaios à medida que a razão Cola Animal/PVA aumenta. Este facto deve-se à viscosidade da cola animal, na mistura, ser superior à do PVA o que proporciona, desta forma, um aumento considerável na viscosidade da cola. Outro dado importante deve-se ao facto de nas 2ª e 3ª extracções, sem cal, o valor da viscosidade foi inferior ao da situação em que a extracção foi realizada na presença da cal. Perante estes resultados é possível concluir que nos casos onde o ligante é inteiramente a cola animal, poderão ser feitos ajustes na quantidade de espessante presente na formulação da cola. Isto pode trazer uma vantagem para o utilizador, na medida em que não necessita de acrescentar tanto espessante, como o que era esperado relativamente ao ensaio de referência (100% PVA), para efeitos de acerto de

viscosidade da cola. Este facto traduz um embaratecimento da cola dado a quantidade de espessante presente em formulação ser menor.

As Tabelas 3.7 e 3.8 mostram a variação da viscosidade da cola com o tempo em embalagem fechada e em embalagem aberta. Com estes resultados determinou-se a variação da diferença de viscosidade entre as situações de embalagem aberta e embalagem fechada, que se mostra na Tabela 3.9.

Tabela 3.7 – Variação da viscosidade da cola em embalagem fechada, ao longo do tempo

		ENSAIO	Viscosidade (cP)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	1560	1561	1566	1572	1574	1574	1573
		E2.1-12	3980	3981	3990	3995	4000	3999	3995
		E3.1-12	1590	1588	1596	1596	1596	1596	1594
		E4.1-12	1632	1634	1638	1644	1645	1644	1644
		E5.1-12	2184	2186	2196	2202	2204	2206	2205
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	1560	1561	1566	1572	1574	1574	1573
		E2.2/1-12	1854	1852	1860	1860	1863	1864	1862
		E3.2/1-12	1548	1547	1554	1566	1568	1568	1568
		E4.2/1-12	1549	1552	1566	1566	1569	1569	1568
		E5.2/1-12	1518	1516	1512	1518	1519	1520	1518
	COM CAL	E1.2/2-12	1560	1561	1566	1572	1574	1574	1573
		E2.2/2-12	3696	3701	3720	3726	3728	3720	3722
		E3.2/2-12	1548	1546	1530	1554	1557	1554	1552
		E4.2/2-12	1524	1526	1530	1536	1538	1537	1537
		E5.2/2-12	1578	1578	1578	1572	1572	1572	1572
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	1560	1561	1566	1572	1574	1574	1573
		E2.3/1-12	2142	2145	2184	2190	2191	2190	2190
		E3.3/1-12	1596	1594	1590	1590	1590	1590	1588
		E4.3/1-12	1548	1550	1560	1562	1565	1565	1565
		E5.3/1-12	1986	1985	1992	1990	1998	1999	1997
	COM CAL	E1.3/2-12	1560	1561	1566	1572	1574	1574	1573
		E2.3/2-12	5736	5738	5730	5760	5770	5767	5770
		E3.3/2-12	1560	1565	1566	1570	1568	1566	1565
		E4.3/2-12	1572	1575	1572	1572	1573	1574	1574
		E5.3/2-12	1662	1668	1662	1670	1674	1671	1675

Tabela 3.8 – Variação da viscosidade da cola em embalagem aberta, ao longo do tempo

		ENSAIO	Viscosidade (cP)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	1560	1563	1579	1594	1658	1716	1855
		E2.1-12	3980	3975	3983	3994	4142	4287	4446
		E3.1-12	1590	1587	1600	1617	1681	1740	1804
		E4.1-12	1632	1632	1648	1665	1731	1791	1858
		E5.1-12	2184	2185	2207	2229	2318	2398	2488
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	1560	1563	1579	1594	1658	1716	1855
		E2.2/1-12	1854	1855	1874	1892	1968	2036	2112
		E3.2/1-12	1548	1547	1562	1578	1641	1698	1761
		E4.2/1-12	1549	1549	1564	1580	1643	1700	1764
		E5.2/1-12	1518	1520	1535	1551	1612	1668	1731
	COM CAL	E1.2/2-12	1560	1563	1579	1594	1658	1716	1855
		E2.2/2-12	3696	3700	3737	3774	3925	4061	4213
		E3.2/2-12	1548	1550	1566	1581	1644	1701	1765
		E4.2/2-12	1524	1524	1539	1555	1617	1673	1735
		E5.2/2-12	1578	1576	1592	1608	1672	1730	1794
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	1560	1563	1579	1594	1658	1716	1855
		E2.3/1-12	2142	2144	2165	2187	2274	2353	2441
		E3.3/1-12	1596	1597	1613	1629	1694	1759	1818
		E4.3/1-12	1548	1548	1563	1579	1642	1699	1762
		E5.3/1-12	1986	1988	2008	2028	2109	2182	2263
	COM CAL	E1.3/2-12	1560	1563	1579	1594	1658	1716	1855
		E2.3/2-12	5736	5735	5792	5850	6083	6295	6529
		E3.3/2-12	1560	1562	1578	1593	1657	1714	1778
		E4.3/2-12	1572	1575	1591	1607	1671	1729	1793
		E5.3/2-12	1662	1664	1681	1697	1765	1826	1894

Tabela 3.9 – Variação da diferença de viscosidade entre as situações de embalagem aberta e fechada, ao longo do tempo

		ENSAIO	Variação da viscosidade (%)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1 ^a	EXTRACÇÃO	E1.1-12	0,0	0,1	0,8	1,4	5,1	8,3	15,2
		E2.1-12	0,0	-0,2	-0,2	0,0	3,4	6,7	10,1
		E3.1-12	0,0	-0,1	0,3	1,3	5,1	8,3	11,6
		E4.1-12	0,0	-0,1	0,6	1,3	5,0	8,2	11,5
		E5.1-12	0,0	0,0	0,5	1,2	4,9	8,0	11,4
2 ^a	SEM CAL	E1.2/1-12	0,0	0,1	0,8	1,4	5,1	8,3	15,2
		E2.2/1-12	0,0	0,2	0,7	1,7	5,3	8,4	11,8
		E3.2/1-12	0,0	0,0	0,5	0,8	4,4	7,7	11,0
		E4.2/1-12	0,0	-0,2	-0,1	0,9	4,5	7,7	11,1
		E5.2/1-12	0,0	0,3	1,5	2,1	5,8	8,9	12,3
	COM CAL	E1.2/2-12	0,0	0,1	0,8	1,4	5,1	8,3	15,2
		E2.2/2-12	0,0	0,0	0,5	1,3	5,0	8,4	11,7
		E3.2/2-12	0,0	0,3	2,3	1,7	5,3	8,6	12,1
		E4.2/2-12	0,0	-0,1	0,6	1,2	4,9	8,1	11,4
		E5.2/2-12	0,0	-0,1	0,9	2,2	6,0	9,1	12,4
3 ^a	SEM CAL	E1.3/1-12	0,0	0,1	0,8	1,4	5,1	8,3	15,2
		E2.3/1-12	0,0	0,0	-0,9	-0,1	3,6	6,9	10,3
		E3.3/1-12	0,0	0,2	1,4	2,4	6,1	9,6	12,7
		E4.3/1-12	0,0	-0,1	0,2	1,1	4,7	7,9	11,2
		E5.3/1-12	0,0	0,2	0,8	1,9	5,3	8,4	11,8
	COM CAL	E1.3/2-12	0,0	0,1	0,8	1,4	5,1	8,3	15,2
		E2.3/2-12	0,0	-0,1	1,1	1,5	5,1	8,4	11,6
		E3.3/2-12	0,0	-0,2	0,8	1,4	5,4	8,6	12,0
		E4.3/2-12	0,0	0,0	1,2	2,2	5,9	9,0	12,2
		E5.3/2-12	0,0	-0,2	1,1	1,6	5,2	8,5	11,6

NOTA: O viscosímetro digital Brookfield LVDV II + Pro tem uma precisão de +/- 1%.
As variações negativas devem-se a erros de leitura do aparelho

Como é possível concluir, pelas tabelas anteriores (3.7 e 3.8), na generalidade dos ensaios, não há variações consideráveis das viscosidades obtidas, para as situações de embalagem fechada e aberta para um período de tempo igual ou inferior a 8h após produção a cola (sensivelmente 1% de variação reológica). As maiores diferenças de comportamento reológico só são observadas após 12h de se ter produzido a cola, traduzido por um incremento acentuado na viscosidade de cerca de 4%, 8% e 10%, após o período de tempo de 24h, 48h e 72h respectivamente. É também importante referir que no final do período de tempo máximo estudado (72h), após a produção da cola, as formulações em que a razão cola animal/PVA é maior, no geral, apresentam melhor comportamento reológico

traduzido por uma menor variação de viscosidade, relativamente à cola formulada com 100% de PVA.

Como já foi referido anteriormente, apenas na situação em que o ligante é substituído totalmente pela cola animal, no segundo ensaio de cada uma das extracções efectuadas, é que se nota um acréscimo acentuado da viscosidade comparativamente ao primeiro ensaio de cada extracção, para a situação de embalagem fechada, que remete para a situação do ligante ser apenas o PVA.

Para a situação de embalagem aberta, tal como era de esperar a viscosidade aumentou consideravelmente, ao longo do tempo, dada a volatilização da água presente na formulação da cola.

3) Densidade

A medição das densidades foi efectuada num picnómetro de 50 mL, tal como é apresentado na Figura 3.2.



Figura 3.2 – Picnómetro de 50 mL para medição da densidade dos ensaios realizados

A Tabela 3.10 mostra a densidade das misturas correspondentes aos diferentes ensaios realizados.

Tabela 3.10 – Densidades obtidas dos ensaios realizados

		ENSAIO	Densidade (g/cm ³)
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	1,033
		E2.1-12	1,065
		E3.1-12	1,028
		E4.1-12	1,032
		E5.1-12	1,053
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	1,033
		E2.2/1-12	1,030
		E3.2/1-12	1,021
		E4.2/1-12	1,032
		E5.2/1-12	1,032
	COM CAL	E1.2/2-12	1,033
		E2.2/2-12	1,030
		E3.2/2-12	1,041
		E4.2/2-12	1,040
		E5.2/2-12	1,031
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	1,033
		E2.3/1-12	1,022
		E3.3/1-12	1,041
		E4.3/1-12	1,021
		E5.3/1-12	1,032
	COM CAL	E1.3/2-12	1,033
		E2.3/2-12	1,041
		E3.3/2-12	1,031
		E4.3/2-12	1,049
		E5.3/2-12	1,060

Como se pode ver na Tabela 3.10, não existe diferença significativa no valor da densidade entre os vários ensaios.

As Tabelas 3.11 e 3.12 mostram a variação da densidade da cola com o tempo, em embalagem fechada e em embalagem aberta. Com estes resultados determinou-se a variação da densidade entre as situações de embalagem fechada e embalagem aberta, como se mostra na Tabela 3.13.

Tabela 3.11 – Variação da densidade da cola em embalagem fechada, ao longo do tempo

	ENSAIO	Densidade (g/cm ³)							
		Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h	
1ª EXTRACÇÃO	E1.1-12	1,030	1,031	1,032	1,033	1,033	1,034	1,034	
	E2.1-12	1,065	1,071	1,073	1,075	1,079	1,081	1,082	
	E3.1-12	1,028	1,030	1,031	1,031	1,032	1,033	1,033	
	E4.1-12	1,032	1,033	1,033	1,033	1,034	1,034	1,034	
	E5.1-12	1,053	1,056	1,059	1,061	1,062	1,062	1,062	
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	1,030	1,031	1,032	1,033	1,033	1,034	1,034
		E2.2/1-12	1,030	1,032	1,034	1,038	1,040	1,041	1,042
		E3.2/1-12	1,021	1,022	1,024	1,029	1,030	1,031	1,031
		E4.2/1-12	1,032	1,033	1,033	1,033	1,034	1,040	1,040
		E5.2/1-12	1,032	1,034	1,034	1,042	1,043	1,043	1,044
	COM CAL	E1.2/2-12	1,030	1,031	1,032	1,033	1,033	1,034	1,034
		E2.2/2-12	1,030	1,032	1,033	1,033	1,033	1,034	1,034
		E3.2/2-12	1,041	1,041	1,042	1,044	1,049	1,050	1,051
		E4.2/2-12	1,040	1,042	1,042	1,042	1,043	1,044	1,044
		E5.2/2-12	1,031	1,032	1,032	1,034	1,034	1,034	1,034
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	1,030	1,031	1,032	1,033	1,033	1,034	1,034
		E2.3/1-12	1,022	1,022	1,022	1,023	1,024	1,024	1,024
		E3.3/1-12	1,041	1,042	1,043	1,043	1,044	1,049	1,053
		E4.3/1-12	1,021	1,022	1,023	1,023	1,023	1,024	1,024
		E5.3/1-12	1,032	1,034	1,034	1,039	1,041	1,041	1,043
	COM CAL	E1.3/2-12	1,030	1,031	1,032	1,033	1,033	1,034	1,034
		E2.3/2-12	1,041	1,042	1,042	1,042	1,043	1,044	1,044
		E3.3/2-12	1,031	1,034	1,039	1,042	1,049	1,050	1,052
		E4.3/2-12	1,049	1,053	1,059	1,060	1,062	1,063	1,063
		E5.3/2-12	1,060	1,062	1,062	1,063	1,063	1,064	1,064

Tabela 3.12 – Variação da densidade da cola em embalagem aberta, ao longo do tempo

		ENSAIO	Densidade (g/cm ³)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	1,030	1,032	1,033	1,040	1,042	1,078	1,105
		E2.1-12	1,065	1,073	1,073	1,076	1,088	1,115	1,139
		E3.1-12	1,028	1,031	1,031	1,036	1,052	1,076	1,098
		E4.1-12	1,032	1,034	1,034	1,039	1,054	1,076	1,099
		E5.1-12	1,053	1,057	1,059	1,066	1,082	1,105	1,127
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	1,030	1,032	1,033	1,040	1,053	1,077	1,112
		E2.2/1-12	1,030	1,034	1,035	1,046	1,062	1,086	1,109
		E3.2/1-12	1,021	1,022	1,024	1,033	1,046	1,070	1,092
		E4.2/1-12	1,032	1,035	1,033	1,036	1,051	1,079	1,102
		E5.2/1-12	1,032	1,037	1,035	1,053	1,068	1,091	1,114
	COM CAL	E1.2/2-12	1,030	1,032	1,033	1,040	1,053	1,077	1,112
		E2.2/2-12	1,030	1,032	1,033	1,038	1,053	1,077	1,100
		E3.2/2-12	1,041	1,044	1,044	1,057	1,071	1,096	1,120
		E4.2/2-12	1,040	1,043	1,043	1,048	1,062	1,086	1,109
		E5.2/2-12	1,031	1,033	1,033	1,044	1,060	1,083	1,105
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	1,030	1,032	1,033	1,040	1,053	1,077	1,112
		E2.3/1-12	1,022	1,023	1,023	1,026	1,036	1,057	1,079
		E3.3/1-12	1,041	1,044	1,044	1,055	1,071	1,101	1,128
		E4.3/1-12	1,021	1,023	1,023	1,027	1,041	1,064	1,086
		E5.3/1-12	1,032	1,037	1,035	1,047	1,064	1,085	1,110
	COM CAL	E1.3/2-12	1,030	1,032	1,033	1,040	1,053	1,077	1,112
		E2.3/2-12	1,041	1,043	1,043	1,050	1,064	1,088	1,110
		E3.3/2-12	1,031	1,036	1,040	1,049	1,071	1,096	1,121
		E4.3/2-12	1,049	1,053	1,060	1,071	1,088	1,112	1,135
		E5.3/2-12	1,060	1,065	1,063	1,072	1,085	1,109	1,132

Tabela 3.13 – Variação da densidade da cola entre as situações de embalagem fechada e aberta, ao longo do tempo

		ENSAIO	Variação da densidade (%)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	0,0	0,1	0,1	0,7	0,9	4,1	6,4
		E2.1-12	0,0	0,2	0,0	0,1	0,8	3,0	5,0
		E3.1-12	0,0	0,1	0,0	0,5	1,9	4,0	5,9
		E4.1-12	0,0	0,1	0,1	0,6	1,9	3,9	5,9
		E5.1-12	0,0	0,1	0,0	0,5	1,8	3,9	5,8
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,9	4,0	7,0
		E2.2/1-12	0,0	0,2	0,1	0,8	2,1	4,1	6,0
		E3.2/1-12	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	3,6	5,6
		E4.2/1-12	0,0	0,2	0,0	0,3	1,6	3,6	5,6
		E5.2/1-12	0,0	0,3	0,1	1,0	2,3	4,4	6,3
	COM CAL	E1.2/2-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,9	4,0	7,0
		E2.2/2-12	0,0	0,0	0,0	0,5	1,9	4,0	6,0
		E3.2/2-12	0,0	0,3	0,2	1,2	2,1	4,2	6,2
		E4.2/2-12	0,0	0,1	0,1	0,6	1,8	3,9	5,9
		E5.2/2-12	0,0	0,1	0,1	1,0	2,5	4,5	6,4
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,9	4,0	7,0
		E2.3/1-12	0,0	0,1	0,1	0,3	1,2	3,1	5,1
		E3.3/1-12	0,0	0,2	0,1	1,1	2,5	4,7	6,6
		E4.3/1-12	0,0	0,1	0,0	0,4	1,7	3,8	5,7
		E5.3/1-12	0,0	0,3	0,1	0,8	2,2	4,1	6,0
	COM CAL	E1.3/2-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,9	4,0	7,0
		E2.3/2-12	0,0	0,1	0,1	0,8	2,0	4,0	5,9
		E3.3/2-12	0,0	0,2	0,1	0,7	2,1	4,2	6,2
		E4.3/2-12	0,0	0,0	0,1	1,0	2,4	4,4	6,3
		E5.3/2-12	0,0	0,3	0,1	0,8	2,0	4,1	6,0

As tabelas anteriores mostram que para o período de tempo igual ou inferior a 12h, não se registaram diferenças significativas na variação da viscosidade dos ensaios realizados. A partir das 24h foi observado um acréscimo considerável da densidade de 1, 2, 3 e 5% para os períodos de tempo de 12h, 24h, 48h e 72h, respectivamente.

Da mesma forma que a viscosidade, os ensaios em que a razão cola animal/PVA é maior nota-se um melhor comportamento da densidade ao longo do tempo, comparativamente ao ensaio de referência, tendo este 100% de PVA na formulação da cola.

De uma forma geral, nas inúmeras indústrias que utilizam este tipo de cola, aplicação da cola é feita por rolos com rotação elevada o que implica, geralmente, incorporação de ar na cola alterando a densidade do produto aplicado e proporcionando graves defeitos na

colagem porque, após aplicação da cola no substracto, existem inúmeras "bolhas" de ar espalhadas por todo o revestimento que comprometem a adesão/colagem. Para simular o efeito da aplicação da cola na densidade, estudou-se a variação desta após agitação a 1000 rpm durante 20 minutos para embalagem aberta e fechada. As Tabelas 3.14 e 3.15 mostram a variação da densidade da cola com o tempo em embalagem fechada e em embalagem aberta, nesta situação. Com estes resultados determinou-se a variação da diferença de densidade entre as situações de embalagem aberta e embalagem fechada, que se mostra na Tabela 3.16.

Tabela 3.14 – Variação da densidade da cola em embalagem fechada ao longo do tempo, após agitação

		ENSAIO	Densidade após agitação (g/cm ³)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	0,926	0,927	0,932	1,008	1,021	1,026	1,028
		E2.1-12	0,924	0,937	0,942	1,016	1,027	1,047	1,058
		E3.1-12	0,926	0,935	0,940	1,014	1,022	1,025	1,025
		E4.1-12	0,925	0,932	0,937	1,011	1,021	1,023	1,026
		E5.1-12	0,928	0,932	0,937	1,010	1,024	1,036	1,044
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	0,926	0,927	0,932	1,008	1,021	1,026	1,028
		E2.2/1-12	0,917	0,929	0,934	1,010	1,017	1,021	1,025
		E3.2/1-12	0,917	0,925	0,933	1,004	1,010	1,014	1,017
		E4.2/1-12	0,924	0,930	0,935	1,011	1,023	1,031	1,028
		E5.2/1-12	0,923	0,931	0,936	1,010	1,019	1,023	1,027
	COM CAL	E1.2/2-12	0,926	0,927	0,932	1,008	1,021	1,026	1,028
		E2.2/2-12	0,919	0,931	0,935	1,010	1,019	1,022	1,024
		E3.2/2-12	0,921	0,933	0,939	1,011	1,026	1,032	1,037
		E4.2/2-12	0,928	0,934	0,941	1,010	1,019	1,029	1,036
		E5.2/2-12	0,924	0,931	0,938	1,009	1,017	1,022	1,027
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	0,926	0,927	0,932	1,008	1,021	1,026	1,028
		E2.3/1-12	0,912	0,922	0,929	1,001	1,007	1,011	1,017
		E3.3/1-12	0,925	0,931	0,939	1,011	1,022	1,029	1,038
		E4.3/1-12	0,930	0,938	0,943	1,010	1,016	1,023	1,018
		E5.3/1-12	0,925	0,930	0,936	1,011	1,017	1,023	1,029
	COM CAL	E1.3/2-12	0,926	0,927	0,932	1,008	1,021	1,026	1,028
		E2.3/2-12	0,917	0,932	0,939	1,010	1,021	1,030	1,036
		E3.3/2-12	0,922	0,929	0,936	1,011	1,019	1,026	1,026
		E4.3/2-12	0,921	0,928	0,937	1,010	1,025	1,036	1,042
		E5.3/2-12	0,919	0,930	0,938	1,011	1,024	1,041	1,055

Tabela 3.15 – Variação da densidade da cola em embalagem aberta ao longo do tempo, após agitação

		ENSAIO	Densidade após agitação (g/cm ³)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	0,926	0,928	0,933	1,015	1,031	1,070	1,104
		E2.1-12	0,924	0,939	0,942	1,016	1,033	1,080	1,113
		E3.1-12	0,926	0,936	0,941	1,019	1,032	1,068	1,089
		E4.1-12	0,925	0,933	0,937	1,017	1,031	1,066	1,089
		E5.1-12	0,928	0,932	0,937	1,015	1,034	1,079	1,107
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	0,926	0,928	0,933	1,015	1,031	1,070	1,104
		E2.2/1-12	0,917	0,931	0,935	1,017	1,028	1,066	1,090
		E3.2/1-12	0,917	0,925	0,934	1,007	1,018	1,053	1,076
		E4.2/1-12	0,924	0,932	0,936	1,014	1,032	1,071	1,088
		E5.2/1-12	0,923	0,934	0,938	1,021	1,032	1,071	1,095
	COM CAL	E1.2/2-12	0,926	0,928	0,933	1,015	1,031	1,070	1,104
		E2.2/2-12	0,919	0,931	0,936	1,016	1,029	1,066	1,088
		E3.2/2-12	0,921	0,935	0,942	1,023	1,037	1,078	1,104
		E4.2/2-12	0,928	0,935	0,942	1,015	1,029	1,072	1,099
		E5.2/2-12	0,924	0,933	0,939	1,019	1,030	1,071	1,097
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	0,926	0,928	0,933	1,015	1,031	1,070	1,104
		E2.3/1-12	0,912	0,922	0,930	1,004	1,013	1,045	1,071
		E3.3/1-12	0,925	0,933	0,941	1,023	1,036	1,081	1,111
		E4.3/1-12	0,930	0,940	0,943	1,014	1,025	1,064	1,079
		E5.3/1-12	0,925	0,931	0,937	1,020	1,028	1,067	1,094
	COM CAL	E1.3/2-12	0,926	0,928	0,933	1,015	1,031	1,070	1,104
		E2.3/2-12	0,917	0,932	0,940	1,018	1,032	1,074	1,101
		E3.3/2-12	0,922	0,931	0,937	1,018	1,030	1,072	1,092
		E4.3/2-12	0,921	0,928	0,938	1,020	1,038	1,085	1,111
		E5.3/2-12	0,919	0,932	0,939	1,020	1,035	1,086	1,121

Tabela 3.16 – Variação da diferença da densidade entre as situações de embalagem aberta e fechada ao longo do tempo, após agitação

		ENSAIO	Variação da densidade (%)						
			Inicial	1h	8h	12h	24h	48h	72h
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,0	4,1	6,9
		E2.1-12	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	3,1	4,9
		E3.1-12	0,0	0,1	0,1	0,5	1,0	4,0	5,9
		E4.1-12	0,0	0,1	0,0	0,6	1,0	4,0	5,8
		E5.1-12	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	4,0	5,7
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,0	4,1	6,9
		E2.2/1-12	0,0	0,2	0,1	0,7	1,1	4,2	6,0
		E3.2/1-12	0,0	0,0	0,1	0,3	0,8	3,7	5,5
		E4.2/1-12	0,0	0,2	0,1	0,3	0,9	3,7	5,5
		E5.2/1-12	0,0	0,3	0,2	1,1	1,3	4,5	6,2
	COM CAL	E1.2/2-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,0	4,1	6,9
		E2.2/2-12	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	4,1	5,9
		E3.2/2-12	0,0	0,2	0,3	1,2	1,1	4,3	6,1
		E4.2/2-12	0,0	0,1	0,1	0,5	1,0	4,0	5,7
		E5.2/2-12	0,0	0,2	0,1	1,0	1,3	4,6	6,4
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,0	4,1	6,9
		E2.3/1-12	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	3,3	5,0
		E3.3/1-12	0,0	0,2	0,2	1,2	1,4	4,8	6,6
		E4.3/1-12	0,0	0,2	0,0	0,4	0,9	3,9	5,7
		E5.3/1-12	0,0	0,1	0,1	0,9	1,1	4,1	5,9
	COM CAL	E1.3/2-12	0,0	0,1	0,1	0,7	1,0	4,1	6,9
		E2.3/2-12	0,0	0,0	0,1	0,8	1,1	4,1	5,9
		E3.3/2-12	0,0	0,2	0,1	0,7	1,1	4,3	6,0
		E4.3/2-12	0,0	0,0	0,1	1,0	1,3	4,5	6,2
		E5.3/2-12	0,0	0,2	0,1	0,9	1,1	4,1	5,9

As tabelas anteriores mostram que, há uma maior variação da densidade para a situação da embalagem aberta comparativamente à situação de embalagem fechada. Tal facto era de se esperar dada a volatilização dos compostos mais leves, tal como a água, e consequente permanência em mistura dos compostos mais pesados.

4) Tack/Pegajosidade

Avaliou-se a pegajosidade da cola de uma forma subjectiva de acordo com a classificação seguinte (0 - pegajosidade nula; 1 - pegajosidade baixa; 2 - pegajosidade média; 3 - pegajosidade elevada).

Tabela 3.17 – Avaliação do tack ou pegajosidade dos ensaios realizados

		ENSAIO	Pegajosidade
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	3
		E2.1-12	3
		E3.1-12	3
		E4.1-12	3
		E5.1-12	3
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	3
		E2.2/1-12	2
		E3.2/1-12	3
		E4.2/1-12	3
		E5.2/1-12	2
	COM CAL	E1.2/2-12	3
		E2.2/2-12	2
		E3.2/2-12	3
		E4.2/2-12	3
		E5.2/2-12	2
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	3
		E2.3/1-12	2
		E3.3/1-12	3
		E4.3/1-12	3
		E5.3/1-12	2
	COM CAL	E1.3/2-12	3
		E2.3/2-12	2
		E3.3/2-12	3
		E4.3/2-12	3
		E5.3/2-12	2

Como se pode observar pela Tabela 3.17, para a maioria das situações, a pegajosidade é semelhante com excepção dos ensaios 2 e 5. Isto deve-se ao facto da cola animal apresentar um poder de pegajosidade inferior ao PVA utilizado nos primeiros ensaios.

5) Teor de sólidos

Avaliou-se o teor de sólidos das diferentes misturas. Este valor representa de uma forma aproximada a matéria activa da cola. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.18.

Tabela 3.18 – Avaliação do teor de sólidos (% mássica)

		ENSAIO	Teor de sólidos (%)
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	12,30
		E2.1-12	8,16
		E3.1-12	10,80
		E4.1-12	10,02
		E5.1-12	9,07
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	12,30
		E2.2/1-12	8,14
		E3.2/1-12	11,02
		E4.2/1-12	9,98
		E5.2/1-12	9,02
	COM CAL	E1.2/2-12	12,30
		E2.2/2-12	8,21
		E3.2/2-12	10,90
		E4.2/2-12	10,08
		E5.2/2-12	9,11
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	12,30
		E2.3/1-12	8,23
		E3.3/1-12	11,01
		E4.3/1-12	9,99
		E5.3/1-12	9,14
	COM CAL	E1.3/2-12	12,30
		E2.3/2-12	8,24
		E3.3/2-12	11,03
		E4.3/2-12	10,07
		E5.3/2-12	9,15

Os resultados obtidos mostram diferenças no que toca ao teor de sólidos total da mistura, uma vez que a cola animal por si só apenas apresenta um teor de matéria seca na ordem dos 3%, enquanto que o PVA já se trata de um produto com cerca de 50% de matéria activa.

6) Tempo Aberto

Avaliou-se o tempo aberto, tempo que a cola aplicada demora a secar, para os diferentes ensaios realizados e para espessuras de filme de 120 e 60 μm . Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.19.

Tabela 3.19 – Tempo aberto para espessuras de filme de 120 e 60 μm

		ENSAIO	TEMPO ABERTO (seg)	
			120	60
1ª	EXTRACÇÃO	E1.1-12	240	210
		E2.1-12	480	450
		E3.1-12	180	120
		E4.1-12	180	150
		E5.1-12	240	210
2ª	SEM CAL	E1.2/1-12	240	210
		E2.2/1-12	300	270
		E3.2/1-12	240	210
		E4.2/1-12	210	210
		E5.2/1-12	210	180
	COM CAL	E1.2/2-12	240	210
		E2.2/2-12	480	450
		E3.2/2-12	210	180
		E4.2/2-12	210	180
		E5.2/2-12	240	240
3ª	SEM CAL	E1.3/1-12	240	210
		E2.3/1-12	330	300
		E3.3/1-12	240	210
		E4.3/1-12	240	210
		E5.3/1-12	330	270
	COM CAL	E1.3/2-12	240	210
		E2.3/2-12	570	510
		E3.3/2-12	240	210
		E4.3/2-12	240	210
		E5.3/2-12	270	210

A Tabela 3.19 mostra que os ensaios em que a razão de cola animal/PVA é maior, o tempo aberto apresenta valores superiores quando comparados com a cola com 100% de PVA. Este facto é devido a dois factores, que são o teor de sólidos e também a viscosidade da cola ensaiada. Como a cola animal apresenta um teor de sólidos muito inferior ao do PVA está implícito uma maior quantidade de água na mistura da cola animal o que reflecte um maior tempo para que o filme aplicado esteja devidamente seco. Por outro lado como as

preparações com a cola animal apresentaram maior valor de viscosidade, implica uma inferior penetração da cola no substrato, ficando por isso mais quantidade de produto adesivo na superfície do substrato (papel)

7) Deslocamento da colagem

No sentido de avaliar o tempo em que é possível proceder a correcções da colagem, determinou-se o deslocamento da colagem, tempo decorrido até que deixe de ser possível deslocar a colagem, cujos resultados se apresentam na Tabela 3.20.

Tabela 3.20 – Deslocamento da colagem para espessuras de filme de 120 e 60 μm

		ENSAIO	FIM DESLOCAMENTO (s)	
			120	60
1ª EXTRACÇÃO		E1.1-12	210	180
		E2.1-12	450	390
		E3.1-12	180	120
		E4.1-12	150	120
		E5.1-12	210	180
2ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.2/1-12	210	180
		E2.2/1-12	240	210
		E3.2/1-12	210	150
		E4.2/1-12	150	150
		E5.2/1-12	180	150
	COM CAL	E1.2/2-12	210	180
		E2.2/2-12	360	270
		E3.2/2-12	150	120
		E4.2/2-12	180	150
		E5.2/2-12	210	180
3ª EXTRACÇÃO	SEM CAL	E1.3/1-12	210	180
		E2.3/1-12	270	240
		E3.3/1-12	210	180
		E4.3/1-12	210	180
		E5.3/1-12	270	210
	COM CAL	E1.3/2-12	210	180
		E2.3/2-12	420	360
		E3.3/2-12	180	180
		E4.3/2-12	180	180
		E5.3/2-12	210	180

A Tabela 3.20 mostra, de forma geral, que os ensaios em que a razão de cola animal/PVA é maior apresentam uma maior capacidade de deslocamento ao longo do tempo. Este facto é traduzido mesmo pelos resultados anteriormente obtidos para as propriedades da viscosidade e teor de sólidos. Desta forma como a cola animal apresenta maior viscosidade e menor teor de sólidos, comparativamente ao PVA, há a permanência do filme aplicado, devido à fraca adsorção da cola no substracto, por um período de tempo mais alargado permitindo assim uma maior margem de deslocamento após aplicação do filme de cola.

Avaliou-se a evolução do grau de deslocamento da colagem com o tempo para as várias extracções base utilizadas. Para tal, utilizou-se a seguinte classificação: 0 - Adesão sem deslocamento; 1 - Adesão com deslocamento bastante reduzido; 2 - Adesão com deslocamento reduzido; 3 - Adesão com deslocamento médio; 4 - Adesão com deslocamento acentuado; 5 - Adesão com deslocamento bastante acentuado. Os resultados obtidos mostram-se nas Tabelas 3.21 a 3.23.

Tabela 3.21 – Evolução do grau deslocamento da colagem com o tempo, para espessuras de filme de 120 e 60 μm , para a 1ª extracção

Tempo (seg)	Ensaio									
	1.1-12		2.1-12		3.1-12		4.1-12		5.1-12	
	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
30	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5
60	5	4	5	5	4	3	4	3	5	4
90	5	3	5	5	3	2	4	1	4	4
120	4	2	5	5	3	0	2	0	3	3
150	3	1	5	5	1	SA	0	0	1	2
180	2	0	5	5	0	----	0	SA	1	0
210	0	0	5	4	SA	----	SA	----	0	0
240	0	SA	4	4	----	----	----	----	0	SA
270	SA	----	4	3	----	----	----	----	SA	----
300	----	----	3	3	----	----	----	----	----	----
330	----	----	3	2	----	----	----	----	----	----
360	----	----	2	1	----	----	----	----	----	----
390	----	----	1	0	----	----	----	----	----	----
420	----	----	1	0	----	----	----	----	----	----
450	----	----	0	0	----	----	----	----	----	----
480	----	----	0	SA	----	----	----	----	----	----
510	----	----	SA	----	----	----	----	----	----	----

Tabela 3.22 – Evolução do grau de deslocamento da colagem com o tempo, para espessuras de filme de 120 e 60 µm, para a 2ª extracção

Tempo (seg)	Ensaio																			
	Sem Cal										Com Cal									
	1.2/1-12		2.2/1-12		3.2/1-12		4.2/1-12		5.2/1-12		1.2/2-12		2.2/2-12		3.2/2-12		4.2/2-12		5.2/2-12	
	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
30	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	4	5	3	5	4	5	4
60	5	4	5	5	4	3	4	3	4	2	5	4	5	4	4	2	4	3	4	3
90	5	3	5	4	4	1	3	1	2	1	5	3	5	3	3	1	3	1	2	3
120	4	2	4	2	3	1	2	1	2	1	4	2	4	3	1	0	2	1	2	1
150	3	1	4	1	2	0	0	0	1	0	3	1	4	2	0	0	2	0	1	1
180	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	2	0	4	2	0	0	0	0	1	0
210	0	0	1	0	0	0	0	0	0	SA	0	0	3	1	0	SA	0	SA	0	0
240	0	SA	0	0	0	SA	SA	SA	SA	----	0	SA	2	1	SA	----	SA	----	0	0
270	SA	----	0	0	SA	----	----	----	----	----	SA	----	1	0	----	----	----	----	SA	SA
300	----	----	0	SA	----	----	----	----	----	----	----	----	1	0	----	----	----	----	----	----
330	----	----	SA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	0	----	----	----	----	----	----
360	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----	----	----	----	----	----
390	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----	----	----	----	----	----
420	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----	----	----	----	----	----
450	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----	----	----	----	----	----
480	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	SA	----	----	----	----	----	----
510	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	SA	----	----	----	----	----	----	----

NOTA: SA - Sem Adesão

Tabela 3.23 – Evolução do grau de deslocamento da colagem com o tempo, para espessuras de filme de

Tempo (seg)	Ensaio														
	Sem Cal										Com				
	1.3/1-12		2.3/1-12		3.3/1-12		4.3/1-12		5.3/1-12		1.3/2-12		2.3/2-12		3.3/2
	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120
30	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
60	5	4	5	4	5	3	4	3	5	3	5	4	5	4	4
90	5	3	4	3	4	3	4	2	4	2	5	3	5	4	3
120	4	2	4	3	3	2	3	2	4	2	4	2	4	3	2
150	3	1	3	2	2	2	3	1	3	1	3	1	4	3	2
180	2	0	2	1	1	0	2	0	2	1	2	0	4	3	0
210	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0
240	0	SA	1	0	0	SA	0	SA	1	0	0	SA	3	2	0
270	SA	----	0	0	SA	----	SA	----	0	0	SA	----	2	1	SA
300	----	----	0	0	----	----	----	----	0	SA	----	----	2	1	----
330	----	----	0	SA	----	----	----	----	0	----	----	----	1	1	----
360	----	----	SA	----	----	----	----	----	SA	----	----	----	1	0	----
390	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1	0	----
420	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----
450	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----
480	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----
510	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	0	----
540	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	SA	----
570	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	----	----
600	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	SA	----	----

NOTA: SA - Sem Adesão

As Tabelas 3.21 a 3.23 mostram que os ensaios realizados com a cola animal obtida da 3ª Extração obteve-se maior grau de deslocamento das colagens, traduzido por intervalos de tempo de possibilidade de deslocamento mais longos.

Para as três extracções o segundo ensaio foi o que apresentou maior tempo de deslocamento, sendo este facto devido ao baixo teor de sólidos bem como pelo elevado valor de viscosidade, da cola animal.

8) Poder de Adesão

O poder de adesão da cola aos substratos foi avaliado ao longo do tempo, para as várias extracções, de uma forma subjectiva de acordo com a seguinte classificação: 0 - Adesão nula; 1 - Adesão bastante reduzida; 2 - Adesão reduzida; 3 - Adesão média; 4 - Adesão boa; 5 - Adesão excelente. Os resultados obtidos apresentam-se nas Tabelas 3.24 a 3.26.

Tabela 3.24 – Avaliação do poder de adesão da colagem para a 1ª extracção para as espessuras de filme de 120 e 60 µm

Tempo (h)	Ensaio									
	1.1-12		2.1-12		3.1-12		4.1-12		5.1-12	
	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
1	4	2	4	4	4	4	5	5	4	4
2	4	2	4	4	4	4	5	5	4	4
4	4	2	4	4	4	4	5	5	4	4
8	5	2	4	4	4	4	5	5	4	4
12	5	3	5	5	4	4	5	5	4	4
24	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4

Tabela 3.25 – Avaliação do poder de adesão da colagem para a 2ª extracção para as espessuras de filme de 120 e 60 µm

Tempo (h)	Ensaio																			
	Sem Cal										Com Cal									
	1.2/1-12		2.2/1-12		3.2/1-12		4.2/1-12		5.2/1-12		1.2/2-12		2.2/2-12		3.2/2-12		4.2/2-12		5.2/2-12	
	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
1	4	2	4	3	4	4	5	5	5	4	4	2	5	4	5	5	5	5	5	5
2	4	2	4	3	4	4	5	5	5	4	4	2	5	4	5	5	5	5	5	5
4	4	2	4	3	4	4	5	5	5	4	4	2	5	4	5	5	5	5	5	5
8	5	2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5
12	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	4	5	5	5	5	5	5
24	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5

Tabela 3.26 – Avaliação do poder de adesão da colagem para a 3ª extracção para as espessuras de filme de 120 e 60 µm

Tempo (h)	Ensaio																			
	Sem Cal										Com Cal									
	1.3/1-12		2.3/1-12		3.3/1-12		4.3/1-12		5.3/1-12		1.3/2-12		2.3/2-12		3.3/2-12		4.3/2-12		5.3/2-12	
	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60	120	60
1	4	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	5	4	5	4	5	4
2	4	2	4	3	4	4	4	4	5	5	4	2	4	4	5	4	5	5	5	4
4	4	2	4	3	4	4	5	5	5	5	4	2	5	4	5	5	5	5	5	5
8	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5
12	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5

As Tabelas 3.24 a 3.26 mostram que, de forma geral, os ensaios apresentam pequenas diferenças no que toca ao poder de adesão, tendo sido obtido melhores resultados para o caso das extracções realizadas com cal. Numa perspectiva geral os ensaios onde se obtiveram melhores resultados remetem aos ensaios efectuados com a cola animal proveniente da 2ª Extracção, uma vez que foi neste leque de ensaios que se obteve graus de adesão superiores, para as duas espessuras de filme aplicadas.

4 Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros

Este trabalho tinha como objectivo testar a utilização dos retalhos tripa da indústria de curtumes na produção de cola animal e avaliar a aplicabilidade desta cola.

Mostrou-se ser possível produzir cola animal a partir dos referidos retalhos. Utilizaram-se duas formas de o fazer: recorrendo a uma encalagem (tratamento com hidróxido de cálcio) dos retalhos no sentido de promover um maior relaxamento fibrilar e sem o recurso à encalagem. A cola animal obtida foi utilizada em misturas com os aditivos que, face à experiência existente, se consideraram adequados para fazer comparação com uma cola padrão de base PVA.

Os resultados obtidos apontaram para a viabilidade técnica da produção da cola animal e também para a sua boa prestação como agente de colagem, sendo que o uso alternativo da cola animal, a um ligante convencionalmente utilizado neste tipo de formulações, apresentou bons, e nalguns casos melhores, resultados nos diferentes testes de funcionalidade executados. Perante os ensaios realizados foi possível concluir que o emprenho da cola animal, comparativamente à cola padrão de base PVA, demonstrou um aumento acentuado na viscosidade da cola à medida que a razão cola animal/PVA aumenta, uma vez que a cola animal apresenta uma viscosidade superior ao PVA. Por outro lado o facto reológico, anteriormente descrito, permite uma certa amplitude de funcionalidade, na medida em que os ensaios em que se utilizaram a cal (hidróxido de cálcio) o valor da viscosidade foi mais baixo do que para o caso dos ensaios isentos de cal. Quer isto dizer, que o utilizador tem a vantagem de poder manipular a viscosidade do produto final sem ter a necessidade de acrescentar a quantidade de espessante prevista na formulação da cola de base PVA. Neste sentido, é possível concluir que quando se pretendem viscosidades mais baixas seria recomendado utilizar uma cola em que o ligante é fruto de uma extracção proteica na presença de cal. De igual forma, também se poderá dizer, que para o caso de se pretender uma cola mais viscosa recomendar-se-ia a utilização de extractos proteicos isentos de cal.

Respectivamente à densidade não foram detectadas diferenças significativas que permitam encontrar vantagens na utilização entre a cola animal e o PVA, como eventual ligante na formulação da cola.

Relativamente aos testes de carácter mais empírico, tais como, a pegajosidade ou tack, o tempo aberto e o deslocamento da colagem, conclui-se que a utilização da cola animal permite a obtenção de uma cola mais lenta em termos de secagem, em relação ao PVA. Permitindo assim ao utilizador uma maior facilidade no manuseamento das colagens

efectuadas de forma a este proceder com relativa condescendência a eventuais procedimentos de correcção dessas mesmas colagens.

Em suma, pode-se afirmar que se apresenta uma boa alternativa às actuais soluções que o mercado oferece, nesta área de aplicação, visto que se obteve um razoável potencial de adesão relativamente ao teor de sólidos da cola animal.

Por fim, sugere-se como trabalhos futuros realizar os seguintes procedimentos:

- Alteração da quantidade presente em formulação do acelerador de secagem, com o intuito de se estudar a sua influência nos tempos de secagem;
- Alteração da quantidade de antiespuma, de forma a se estudar os efeitos da densidade nos ensaios onde se procedeu à agitação da cola (possibilidade de redução desta matéria-prima);
- Testar os mesmos procedimentos para outros tipos de substractos com diferentes capacidade de adsorção (cartão canelado e micro-canelado);
- Realizar testes de tracção, cisalhamento e de rasgo, com o intuito de se obter resultados mais objectivos.

5 Bibliografia

- [1] Crispim, A., (1999), "Optimização do Processo de Curtume na Perspectiva da Redução da Carga Poluente e da Reciclagem ou Recuperação de Materiais". Tese de Doutoramento na área de Engenharia Química/Tecnologia Enzimática. Universidade do Minho, Braga.
- [2] Cotance, (1991), "EC tanners face environmental test," *Leather*, pp. 122-124.
- [3] Adzet, J., (1995), "Tecnologia del Cuero - Volumen 4". Estúdio Cícero, Barcelona.
- [4] D. Eaton et al, (1998), "Standart Methods of the Examination of Water and Wastewater". American Public Health Association, Washington, DC, 20th ed.
- [5] Carvalho, M. (2011), "Novos Artigos e Sistemas no Processamento do Couro". Tese de Mestrado na área de Engenharia Química/Otimização Energética na Indústria Química. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- [6] ADHERENCIA Y ADHESIVOS - Vol. I e II - Houwink R.; Salomon G. Ediciones Urmo-Bilbao- Spain; 1973.
- [7] D. L. Allara, F. M. Fowkes, J. Noolandi, G. W. Rubloff, M. V. Tirrell, Bonding and Adhesion of Polymer Interfaces, *Materials Science & Engineering*, 83, 213-226, 1986.
- [8] HANDBOOK OF ADHESIVES - Skeist I. Ed. Van Nostrand Reinhold Co. New York - EUA. - 1962;
- [9] ADHESIVOS INDUSTRIALES - Liesa F.; BilirLina L. - Marcombo S.A. Barcelona-Spain; 1990
- [10] ADHESION AND ADHESIVES - Kinioch A.J. Ed. Chapman and Hall ; Cambridge - England - 1987
- [11] FLEXIBLE POLYURETHANE FOAMS – Herrington R.; Hock K. ; DOW CHEMICAL COMPANY - PLASTICS - 1997

6 Anexos

6.1 Literaturas Técnicas

Apresentam-se informações técnicas das matérias-primas utilizadas e da enzima ERHA PH 3895.

Propriedades físicas e químicas

Informações gerais

Forma:	líquido
Cor:	sem cor - amarelo claro
Odor:	típico da categoria.
Mudança do estado:	
Ponto / intervalo de fusão:	não determinado
Ponto / intervalo de ebulição:	ca. 100°C
Ponto de inflamação:	não aplicável
Auto-inflamabilidade:	O produto não é auto-inflamável.
Perigos de explosão:	O produto não é explosivo.
Densidade em 20°C:	1,070-1,085 g/cm ³
Solubilidade em / miscibilidade com água:	completamente miscível
valor pH em 20°C:	3,5-4,5

Figura 6.1 – Propriedades físicas e químicas do Biocida

PRODUCTO: ACIDO BÓRICO GRANO CÓDIGO: 20038	FECHA: 13/06/2005 REVISIÓN: 07
---	---

Fórmula Química:
 H_3BO_3

Otros Nombres:
Acido ortobórico, ácido borácido, flores de borax, sal sedante de Homberg, sal de sedativa, sasolita, sasolina.

Características:

Sólido pulverulento, inodoro, ligeramente untuoso al tacto.
En la naturaleza se encuentra como mineral sasolita.
Es una sustancia volátil. Calentado por encima de 100°C en un recipiente abierto, el ácido bórico pierde gradualmente agua transformándose en ácido metabórico.
La deshidratación se completa a temperatura más alta con formación de anhídrido bórico B_2O_3 que en forma cristalina funde a 450°C, mientras que la forma amorfa no tiene punto de fusión definido.
Es compatible con carbonatos e hidróxidos alcalinos.

Composición:

Ácido bórico.

VARIABLES	ESPECIFICACIONES DE VENTA	UNIDADES
Riqueza	$\geq 99,9$	%
Anhídrido bórico	$\geq 56,25$	%
Sulfatos	≤ 500	ppm
Cloruros	≤ 15	ppm
Hierro	≤ 20	ppm
Granulometría > 1 mm	≤ 4	%

Aceptación del cliente:

Firma y sello de la empresa

Estas informaciones corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y se suministra de buena fe. Sin embargo, corresponde al usuario la responsabilidad de cerciorarse que el producto es apropiado para el uso particular al que se le destina y se manipula de acuerdo la legislación aplicable, tanto local como nacional.

Figura 6.2 – Ficha Técnica do Acelerador de Secagem

Technical Data Sheet

STRUKTOL SB 1110 B

Antifoam agent

Chemical Composition

Combination of fatty acid esters, alcoxylates, alkanes, soap and surface active additives

Properties

Appearance	light yellowish dispersion
Odour	slightly characteristic
Specific gravity	950 kg/m ³ at 20 °C
Viscosity	160 mPa.s at 25 °C
Toxicological Behaviour	inoffensive
Ecological Behaviour	inoffensive - see safety-data-sheet
Storage stability	at least 1 year at adequate storage

The data given are typical values which are not intended for use in preparing specifications. For test methods refer to the corresponding supplement.

Application

The most favourable dosage quantity and the best adding point for STRUKTOL SB 1110 B depend on plant conditions and have to be found out by trials.

The suggestions for application and usage of our products as well as possible proposed formulations are meant to advise only to the best of our knowledge. This information is without obligation and does not release customers from their own testings to ensure suitability for intended processes and use. Liability is only accepted in case of intention or gross negligence. Liability for any defects caused by minor negligence are not accepted. Each producer is responsible and liable to observe legislation and patent rights of third parties.

This new leaflet replaces all previously printed documentation.

Alterations reserved. 24/02/2006



Schill + Seilacher "Struktol" GmbH
Moorfleeter Str. 28
D-22113 Hamburg

Fon: +49 40 733 62-0
Fax: +49 40 733 62-194
E-Mail: info@struktol.de
Internet: www.struktol.de

43544010

Figura 6.3 – Ficha técnica do Antiespuma

ESPECIFICACIONES DE COMPRAVENTA

Tipo:	CV
Producto:	ALCOHOL POLV. BP-24 (45-88)
Artículo:	P-12942

ESPECIFICACION:

Ensayo	Límites
VISCOSIDAD (4,0 %p, 20°C), cps <i>Viscosité</i>	44 - 50
GRADO DE HIDROLISIS (% moles), % <i>Degré de hydrolyse</i>	80,0 - 80,0
VOLATILES, %p máx. <i>Volatils</i>	5,0
CENIZAS, %p máx. <i>Cendres</i>	0,5
pH	5 - 7

Emitido por:	It. Prat	Fecha emisión:	04/01/2008
Aprobado por:	E. Soler	Revisión:	0

* Documento emitido por ordenador, por lo que no va firmado.

Figura 6.4 – Especificações técnicas do espessante

CARACTERISTICAS TECNICAS

Se trata de un homopolímero de Acetato de Vinilo en dispersión acuosa, **platificada externamente**. Como coloide protector se utiliza alcohol polivinilico.

APLICACIONES

Está especialmente indicada para la fabricación de adhesivos de PVA de aplicación en el sector del papel, cartón y encuadernación de libros.-

ESPECIFICACIONES TECNICAS

	Unidad	Valor
Viscosidad (ISO 2555; 23°C) viscosímetro Brookfield RV-DV (Sp 6 ; 20 rpm)	mPa.s	20.000 –30.000
Valor pH (ISO 1148)		4 ± 1
Contenido en sólidos (ISO 1625)	%	54 ± 1

- OTROS DATOS DE INTERÉS:

- Temperatura mínima de formación de película (TMFP) = Aprox. 0 °C .
- Monómero residual < 0,5 %
- Tamaño de partícula = 0,5 – 3,0 μ

INDICACIONES DE USO

Está especialmente indicado para la formulación de adhesivos de aplicación en los siguientes sectores:

- Cartón
- Papel
- Encuadernación

LIMPIEZA

La limpieza de los útiles de trabajo y equipos puede efectuarse con agua fría o caliente cuando el producto está aún fresco. Una vez seco se puede utilizar disolventes orgánicos tales como acetona, acetato de etilo, tricloro etileno.- (Hay que tener en cuenta la inflamabilidad de los dos primeros).

ALMACENAJE

Es conveniente mantener la cola en recipientes herméticamente cerrados, protegidos de heladas y almacenada a temperaturas comprendidas entre 18 y 25°C. En estas condiciones el homopolímero puede conservarse un mínimo de 6 meses.

SEGURIDAD E HIGIENE

Este producto está exento de cualquier indicación de riesgo tanto en su manipulación como en su almacenamiento. No es inflamable por tratarse de una dispersión acuosa.

SERVICIO TECNICO DE APLICACIONE Telfº: **986 54 06 71** Fax: **986 54 08 55**

ERHA® PH 3895- Sostanza macerante per l'idrolisi del collagene.

Caratteristiche:	<p>ERHA® PH 3895 è un prodotto enzimatico concentrato, basato su una proteasi modificata.</p> <p>Stoccaggio: 2 anni quando il prodotto è conservato in un posto fresco e asciutto. Lo stoccaggio a temperature superiori ai 30°C può ridurre l'attività enzimatica.</p> <p>Sicurezza: ERHA® PH 3895 è fornito con una formulazione per impedire la formazione di polvere. Comunque durante la manipolazione proteggere le vie respiratorie.</p>
Campi d'applicazione:	<p>ERHA® PH 3895 è attivo a valori di pH tra 10 e 13.</p> <p>ERHA® PH 3895 è stato studiato per la dissoluzione del collagene come la scarnatura, i ritagli di pelle, e la rasatura delle pelli conciate al cromo.</p>
Applicazione	<p>Treatmento di ritagli di pelle grezza e di ritagli da scarnatura: Il trattamento si effettua in un contenitore riscaldato, miscelatore o betoniera. Le % sono riferite al peso delle pelle.</p> <p>Pelle grezza Convien trattare la pelle con circa 3 – 4% di Calce per 18 – 24 ore e poi procedere con il normale processo di dissoluzione della pelle calcinata.</p> <p>Pelle calcinata, carniccio da scarnatura. Si tratta con: 100% Acqua 60°C (temperatura di lavoro effettiva) 0.3% ERHA® PH 3895 rot. 2 – 3 ore, pH 11 – 12</p> <p>Quando l'idrolisi è completata si tiene il materiale a riposo per 1 – 2 ore, e si ottiene una separazione in tre fasi: 1- Fango circa 10% 2- Idrolizzato di Proteine circa 80% 3- Grasso circa 10%</p> <p>La separazione delle tre fasi è agevolata da un'iniziale acidificazione con acido solforico sino ad un pH di 3 – 4.</p> <p>La separazione delle fasi è ottimizzata tramite centrifugazione o filtrazione. Lo strato Fango ha un secco del 40% circa L'idrolizzato di proteine ha un contenuto in proteine del 6 – 8%, in sali minerali circa 2% e un C.O.D. circa 100.000 mg. O2/l. L'idrolizzato può essere venduto o inviato al depuratore per un trattamento che può essere sia aerobico sia anaerobico. La fase grassa dopo centrifugazione permette di ottenere una parte grassa con un contenuto d'acqua dello 0,1 – 0,3%, e può essere saponificata per oltre il 95%.</p>

I nostri suggerimenti di impiego dei prodotti corrispondono al nostro attuale stadio di conoscenza. Essi non sollevano in alcun modo l'acquirente dall'eseguire proprie prove, atte a stabilire l'idoneità dei prodotti forniti in relazione ai risultati che intende ottenere. Le modalità di impiego dei prodotti esulano dal nostro controllo e diventano quindi di completa responsabilità dell'acquirente. Da parte nostra garantiamo la qualità dei nostri prodotti rispetto alle condizioni generali di vendita e fornitura

Figura 6.5 – Especificações técnicas da enzima ERHA PH 3895

