



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

MARCELO JOSÉ DOS SANTOS

CONCEITOS E COLAGENS DE CALÇADOS

**CAMPINA GRANDE - PB
2018**

MARCELO JOSÉ DOS SANTOS

CONCEITOS E COLAGENS DE CALÇADOS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz

**CAMPINA GRANDE- PB
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237c Santos, Marcelo José dos.
Conceitos e colagens de calçados [manuscrito] / Marcelo José dos Santos. - 2018.
40 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.
"Orientação : Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."
1. Indústria calçadista. 2. Adesivos. 3. Polímeros. 4. Substratos. I. Título

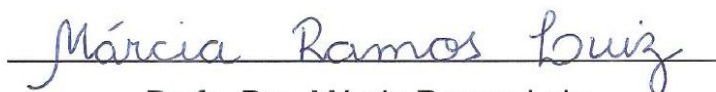
21. ed. CDD 660

MARCELO JOSÉ DOS SANTOS

CONCEITOS E COLAGENS DE CALÇADOS

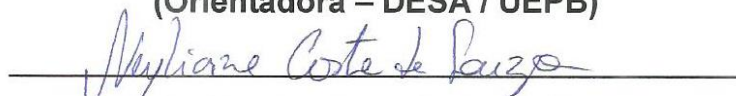
Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em: 11/12/2018.



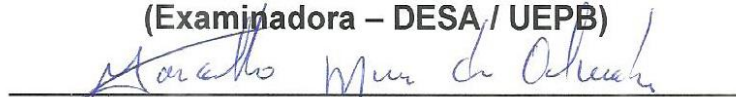
Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz

(Orientadora – DESA / UEPB)



Profa. Dra. Neyliane Costa de Souza

(Examinadora – DESA / UEPB)



Prof. Dr. Marcelo Maia de Almeida

(Examinador – DESA / UEPB)

A minha esposa, pelo companheirismo e estímulo, a meus pais, pelo esforço dado na minha formação, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir que momento acontecesse.

A minha esposa, Rosa Andréia, por estar junto a mim compartilhando as dificuldades e anseios durante esta jornada.

A minha família e amigos por me dar forças mesmo que indiretamente e com alguma crítica, servindo de tijolos para edificar minha carreira.

A professora Márcia, minha orientadora, pela confiança e por disponibilizar seu tempo e me dar umas injeções de ânimo para a conclusão do curso.

A Juliana Cardoso por me incentivar a retornar aos estudos.

A Banca examinadora pela contribuição e participação.

Aos meus colegas de curso que dividimos todos os anseios, expectativas e dificuldades. Em especial aos mais próximos, Antônio Carlos “marrom”, Maria Lourenço, Flávio, Fábio, Mariana “chaveirinho”, Renan, Juliana, Ridiglaydson, Vanize, Aparecida, Bruna, Thales, Filipe, Josemar, Andreza, Jusmar e outros que convivi durante este período acadêmico.

Ao corpo docente desta Instituição que contribuíram para a minha formação.

E a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente, aconselhando, incentivando a esta realização pessoal.

A todos muito obrigado!

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”

Isaac Newton

RESUMO

Os calçados foram criados a partir da constante busca do ser humano em atender suas necessidades básicas de sobrevivência, sendo um meio de proteger os pés da umidade, do frio e do calor. Um dos elementos que está amplamente utilizado na indústria calçadista é o adesivo que é uma substância ou material capaz de manter materiais unidos quando colocado em contato. A primeira condição para que se estabeleça uma ligação adesiva é que o adesivo, que deve ser líquido no momento da aplicação, molhe o substrato, espalhando-se facilmente sobre ele. Neste sentido, buscou-se na literatura estudos na área objetivando a realização de um levantamento bibliográfico sobre adesivos em calçados, elucidando a importância dessa etapa na fabricação. Propõe-se a apresentação de um estudo de caso que mostra como a resistência de uma colagem depende de muitos fatores difíceis de quantificar como o comprimento de sobreposição, a cedência do substrato, a plasticidade do adesivo e a espessura da cola e preparação dos substratos. Em muitos casos parte dos problemas na colagem são decorrentes de uma má preparação dos substratos. E outro avaliando o comportamento mecânico a partir de ensaios de resistência e descascamento de dois tipos de adesivos poliméricos, o adesivo poliuretano e o adesivo policloropreno, comumente empregado no setor calçadista. Com isso, apresenta-se a importância do adesivo na indústria calçadista.

Palavras-chave: Indústria Calçadista, Polímeros, Adesivos, Substratos.

ABSTRACT

The shoes were created from the constant search for calories, cold and heat. One of the elements that is widely used in the footwear industry is the adhesive that is a raw material or material capable of holding the materials together when exposed in contact. The first condition for the formation of an adhesive bond is the adhesive, which must be made at the time of application, the substrate, viability transmission on it. In this sense, he sought in the list the studies on the area aiming the accomplishment of a bibliographical survey about adhesive in footwear, elucidating the one of this initiative in the manufacture. It is proposed to present a case study that shows how the resistance of one end depends on the many quantification factors such as the duration of the overlap, the yield of the substrate, the plasticity of the adhesive and the thickness of the adhesive and the preparation of the substrates . In many cases some of the problems in the list are present in a preparation of the substrates. One was used to evaluate the resistance and discoloration tests of two types of polymer adhesives, the polyurethane adhesive and the polychloroprene adhesive, commonly used in the footwear sector. With this, the importance of the adhesive in the footwear industry is presented.

Key words: Footwear Industry, Polymers, Adhesives, Substrates.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sandálias de pele de bovino Irlanda - Mocassim de aproximadamente 3500 a.C.....	13
Figura 2 – Sandália Alpercata.	13
Figura 3 – Fórmula do polipropileno.....	15
Figura 4 – Fluxograma básico de uma colagem.	18
Figura 5 – Forças de superfície.	21
Figura 6 – Mecanismo de adesão por interdifusão.....	22
Figura 7 – Interação eletrostática entre a interface do adesivo e o substrato.....	23
Figura 8 – Ancoragem do adesivo no substrato.....	23
Figura 9 – Mecanismo de colagem, formação do filme adesivo a partir da evaporação do solvente.	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Objetivo Geral:	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. HISTÓRIA DO SETOR CALÇADISTA	12
2.2. UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS NA INDÚSTRIA CALÇADISTA BRASILEIRA	14
2.2.1. Substratos.....	15
2.2.1.1. <i>Cabedais</i>	15
2.2.1.2. <i>Solados</i>	16
2.3. PREPARAÇÃO DOS SUBSTRATOS PARA A COLAGEM.....	17
2.4. ADESIVOS	19
2.5. COLAGEM	20
2.6. FORÇAS DE SUPERFÍCIES	20
2.6.1. Mecanismos de colagem.....	21
2.6.1.1. <i>Mecanismo de adesão</i>	21
2.6.1.2. <i>Mecanismo de coesão</i>	24
2.6.1.3. <i>Tempo de secagem ou tempo aberto</i>	24
2.6.1.4. <i>Poder de Molhagem</i>	24
2.6.1.5. <i>Viscosidade</i>	25
2.7. TIPOS DE ADESIVOS.....	25
2.8. CONSTITUINTES DE UM ADESIVO	26
2.8.1. Polímeros Base	26
2.8.2. Resinas.....	27
2.8.3. Solventes.....	27
2.8.4. Aditivos	27
2.9. PRINCIPAIS ADESIVOS NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS	28
2.9.1. Adesivo Policloropreno	29
2.9.2. Adesivo Poliuretano	31
2.9.3. Adesivos termoplásticos	31
2. METODOLOGIA	33
3. ESTUDO DE CASO	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

Os humanos sentiram a necessidade de usar calçados para a proteção dos seus membros inferiores nos diversos ambientes onde estavam inseridos, sendo estes feitos de palhas e/ou couro de animais amarrados aos pés. Com o uso desses elementos surgiram as primeiras sandálias, que são um tipo de calçado.

Diante da necessidade de conforto e proteção dos pés os calçados foram evoluindo e com o surgimento de novos materiais desenvolveu-se vários métodos de confeccionar o artefato. A produção de calçados aos poucos deixou de ser artesanal e passou a ser produzida em larga escala, havendo a necessidade de substituir os meios de fixação dos componentes dos calçados que antes eram tachas, pregos, rebites e costuras por um material mais eficiente, deste modo os adesivos foram incorporados no processo de confecção dos calçados.

A indústria de calçados brasileira, nos primórdios de sua história incorporou a utilização do adesivo substituindo a fixação de solados por meios mecânicos, utilizando adesivos líquidos para unir diferentes tipos de substratos, mudando assim os métodos de fabricação de calçados, bem como todo o gerenciamento em torno da qualidade para que o produto atinja uma qualidade excelente.

Os adesivos evoluíram com o avanço tecnológico de confecção de calçados. Os novos materiais utilizados na construção de um calçado contribuíram para a busca de formas de colagens eficientes, de acordo com a funcionalidade das partes coladas e do tipo de material o processo de colagem e o tipo de adesivo serão analisados para obter-se uma colagem segura e com a qualidade desejada.

A partir disso, com esse crescimento no uso de adesivos para a fabricação de calçados, aos poucos os processos de fixação por encaixe foram extintos. Com isso vários foram os problemas enfrentados pelo setor calçadista com relação a qualidade do produto.

Para uma colagem eficiente é fundamental a preparação dos substratos a serem colados, eliminando resíduos das superfícies que irão entrar em contato com o adesivo. A aplicação do adesivo deve ser feita de forma homogênea e sem excessos ou falhas. Dependendo do tipo de adesivo que se queira aplicar diversos equipamentos podem ser utilizados.

Diante de novas tecnologias é importante salientar que o uso de adesivos em geral é seguro para a fixação de componentes em calçados. Sobretudo, uma falha na preparação ou no processo de colagem pode acarretar problemas no calçado que muitas vezes é camuflado e que só se apresenta quando o consumidor usa o produto. Quando detectado no processo fabril geralmente são feitos retrabalhos ou são inutilizados, aumentando o custo de produção.

O presente trabalho mostra a importância do uso de adesivos no processo de fabricação de calçados, sendo dessa forma abordado como uma revisão de literatura. O comparativo entre bibliografias se fez necessário para verificar a importância destes adesivos em diversos tipos de calçados, buscando sempre para a qualidade final do produto.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral:

Realizar um levantamento da literatura sobre adesivos utilizados na indústria calçadista.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Abordar e classificar os diferentes tipos de adesivos de calçados.
- Explanar como ocorre o processo de colagem em calçados.
- Apresentar um estudo de caso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. HISTÓRIA DO SETOR CALÇADISTA

Algumas evidências indicam que o calçado surgiu a partir de 10.000 a.C, onde descobriu-se pinturas desta época em cavernas na Espanha e no sul da França. Registros conhecidos pertencem a sandálias de aproximadamente 7.000 a 8.000 a.C, encontradas na Fort Rock Cave, no estado de Oregon, nos EUA. O sapato mais antigo de couro conhecido foi encontrado na Arménia e data de 3500 a.C. (ROLO, 2016).

Os calçados surgiram sendo um meio de proteger os pés. Com o tempo os calçados se tornaram objetos de beleza própria, acessório de moda, objeto de desejo e consumo, chegando até os estudos que tentam caracterizar a personalidade e o comportamento de seus usuários (FERREIRA, 2010).

O principal objetivo da criação e da utilização do calçado na antiguidade era para proteção dos pés. Outra provável influência na confecção dos modelos dos calçados das primeiras civilizações é a do clima, pois em zonas temperadas, a configuração de um sapato era algo que cobria os pés, enquanto que nos climas tropicais os modelos eram abertos (MUSEU DO CALÇADO DE FRANCA, 2010).

Desenvolveu-se sandálias feitas de pele, palha entrelaçada e folhas de palma ou papiro. As diferenças climáticas influenciaram a criação de modelos de calçados diferentes, como o mocassim para regiões frias e as sandálias para áreas quentes onde utilizavam-se as fibras naturais, como a palha, a palmeira, a bananeira e o papiro (BOSSAN, 2007).

A montagem dos calçados do homem primitivo era bem simples: um couro fino era cortado em um tamanho proporcional ao pé e depois era trançado com tiras de fibra ou papiro. Para os solados, utilizavam-se madeiras ou couros mais grossos como os de cavalos ou bois (FERREIRA, 2010).

A produção em massa de calçados se iniciou na Inglaterra, no século XVII, com a finalidade de fornecer calçados para o exército (BOZANO; OLIVEIRA, 2011).

Na Figura 1 é apresentado um mocassim de aproximadamente 3500 a.C.

Figura 1 – Sandálias de pele de bovino Irlanda - Mocassim de aproximadamente 3500 a.C.



Fonte: University College Cork (2010).

A alpargata ou alpercata é um calçado de origem árabe que foi levada para a Espanha e posteriormente para o sul da França. Os solados eram confeccionados com fios de fibras vegetais trançada com a juta, sisal ou ráfia e a parte superior em tecido ou couro. No início, as primeiras pessoas a usá-los foram os soldados militares catalano-aragoneses, conhecidos como os homens da “Infantaria Aragon” e posteriormente pelos sacerdotes. Por volta de 1880, a maioria das alpargatas foi vendida para trabalhadores de minas (SANTOS, 2015).

Figura 2 – Sandália Alpercata.



Fonte: Própria (2018).

Bozano e Oliveira (2011) afirmaram que no Brasil, a “indústria do calçado” teve início no século XIX, com a chegada dos alemães no Rio Grande do Sul. Entretanto, a história do calçado no Brasil não é tão sólida devido à falta de registros e literaturas sobre a produção de calçados. Mas é correto afirmar que os diversos imigrantes europeus contribuíram para uma ampla cultura de confecção de calçados.

A produção de calçados foi desenvolvida em pequena escala sempre em locais isolados, por artesãos, antes do final da década de 1860. Entretanto, existem vários indícios de que a produção em fábricas teria se iniciado na primeira metade da década de 1870 impulsionado pela introdução da máquina de costura (CORREA, 2001).

No Brasil, houve a consolidação da região nordeste como polo calçadista somente a partir da década de 1990. Isso ocorreu devido à realocização de grandes fábricas, que motivadas por menores custos de mão de obra e pelos incentivos fiscais oferecidos pelos governos estaduais, se transferiram ou criaram novas plantas na região. (VIANA, 2006)

Até o final da década de 1970, as atividades coureiro calçadistas possuíam apenas 15 empresas formais na Paraíba. A partir dos anos 80, apresentou-se o crescimento mais expressivo devido ao processo de relocação de empresas oriundas do Sul e Sudeste devido à política de concessões e incentivos fiscais da SUDENE, modernizando o polo coureiro calçadista da Paraíba onde duas empresas se instalaram no município de Campina Grande (LEMOS; PALHANO, 2000).

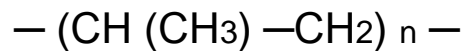
2.2. UTILIZAÇÃO DE ADESIVOS NA INDÚSTRIA CALÇADISTA BRASILEIRA

Não existem documentos que comprovem quando se iniciou a utilização de adesivos pela humanidade. Entretanto vários métodos tradicionais de fixação mecânica foram substituídos por adesivos, de forma que estes são empregados em muitas situações em que habitualmente, utilizavam-se rebites, parafusos, grampos, costuras, suturas e soldas (POCIUS, 2002), sendo estes praticamente extintos.

Uma busca constante por materiais mais leves, recicláveis e com baixo custo, fez com que o polipropileno se tornasse um plástico muito utilizado em diversas aplicações, por este ser um termoplástico, que pode ser moldado apenas com o aquecimento. Ele é um polímero derivado do propeno e possui resistência a produtos químicos e solventes, baixo custo, fácil moldagem, alta resistência à flexão e fadiga, boa estabilidade térmica e fácil coloração (COSTA, 2014).

Devido à sua estrutura molecular, o polipropileno é um plástico apolar, dificultando a união química através de adesivos. Por isso, há a necessidade de modificar a sua superfície, facilitando assim o processo de adesão (CANEVAROLO, 2009).

Figura 3 – Fórmula do polipropileno.



Fonte: Goethals (2018).

Ebnesajjad (2013) retratou sobre as principais razões para realizar um tratamento de superfície que são:

- Remover ou prevenir a formação de uma camada mais fraca na superfície do substrato.
- Maximizar o grau de interação molecular entre o adesivo ou *primer* e a superfície do substrato.
- Aperfeiçoar as forças de adesão que desenvolvem nas interfaces, garantindo uma junta resistente, durante a vida de serviço da cola.
- Para criar uma superfície micro estrutural específica sobre o substrato.

Por muitos anos, os calçados foram tradicionalmente feitos de couro, com sola também de couro ou de borracha natural. Com o desenvolvimento de novos materiais, os *designers* e fabricantes começaram a utilizar as novas matérias primas. Deste modo, os adesivos tiveram que sofrer alterações para poder ser compatíveis aos diversos materiais que estavam entrando no mercado (ANDRADE; CORRÊA, 2001).

Os calçados são compostos por várias partes e materiais descritos abaixo:

2.2.1. Substratos

São os materiais que têm suas superfícies unidas através de um adesivo. É a denominação geral dada a todo material, cuja superfície o qual uma camada de revestimento é espalhada, qualquer que seja sua função (MANO, 2001). Os substratos compõem as várias partes do calçado e denomina-se de acordo com a finalidade em cabedais e solados.

2.2.1.1. Cabedais

Segundo Choklat (2012), cabedal é toda a parte que está acima da sola, parte superior do calçado e destina-se a cobrir e proteger a parte superior do pé. É feito de

peças de molde que são costuradas juntas. Podem ser produzidos de tecidos e outros materiais, como:

- **Couro:** É um produto natural e apresenta propriedades que se adaptam às variações volumétricas do pé ao longo do dia, possuindo uma flexibilidade adequada ao movimento do pé, elevada resistência e durabilidade a longo prazo. Por outro lado, absorve e permite a libertação da umidade de forma controlada, devido à sua respirabilidade (MATOS, 2014).
- **Laminados sintéticos:** Material constituído basicamente de uma estrutura de suporte, tecido ou não tecido, recoberto por um filme de PVC (*Polyvinyl chloride*- IUPAC- Policloroetano) ou PU (Poliuretano). Estão cada vez mais comuns e com o avanço da tecnologia estão presentes em quase todos os tipos de calçados.
 - O laminado sintético de PVC não é transpirável e nem absorvente. Quando submetido ao calor a partir de 80°C, sofre o processo de degradação química. É atacado por acetonas e hidrocarbonetos clorados.
 - O laminado sintético de PU tem a característica de ser transpirável e absorvente. Tem o melhor aproveitamento quando comparado ao couro, tem maior utilização que os substratos usuais e menor custo. Imita melhor a superfície do couro e é mais elástico.
- **Tecido:** O tecido têxtil é um material produzido com a utilização de fios de fibras naturais ou sintéticas. Tecido natural é o tecido obtido através do entrelaçamento de fibras naturais. Pode ser submetido a grandes deformações mecânicas e apresentam alta resistência à tração e à abrasão. *Non Woven* (Não tecido), é um material de estrutura plana, porosa, flexível, constituído de véu ou manta de fibras ou filamentos (SANTOS, *et. al.* 2015).

2.2.1.2. Solados

Parte do calçado que toca o chão. É o conjunto de peças que formam a parte inferior do calçado e que se interpõem entre o pé e o solo (CHOKLAT, 2012). Podem ser produzidos de diversos materiais:

- **TR (*Termoplastic Rubber*)**: material antiderrapante, bastante flexível e facilmente deformado pelo calor. Os compostos de TR (borracha termoplástica) apresentam como base um copolímero formado por blocos de estireno e butadieno (SBS), o que alia as características da borracha vulcanizada com a facilidade de transformação dos termoplásticos.
- **PU (*Poliuretano*)**: Material parecido com o PVC, porém antiderrapante e fosco. Pode ter uma grande variedade de densidades e durezas que variam de acordo com a sua aditivação e modificadores de propriedades.
- **PVC (*Polyvinyl Chloride*)**: O polivinilacetato é um material que desliza e que possui brilho. Dependendo de sua formulação e aditivo pode ser rígido ou flexível, proporcionando resistência à maioria dos reagentes químicos, bom isolamento térmico, elétrico e acústico, além de alta durabilidade e resistência.
- **EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*)**: Material leve, com aspecto de esponja flexível e com baixa resistência à abrasão. Aceita a pigmentação de diversas cores. Pode ser expandido ou injetado.
- **TPU (*Poliuretano Termoplástico*)**: É um material semelhante ao PU, mas possui características específicas e diferentes. Uma desta característica é proporcionar um maior desempenho ao calçado.
- **SBR (*Styrene – Butadiene Rubber*)**: É uma borracha vulcanizada. Apresenta excelente resistência a abrasão, com baixa resistência ao envelhecimento térmico, meio ambiente e aos produtos químicos.

2.3. PREPARAÇÃO DOS SUBSTRATOS PARA A COLAGEM

Dependendo do material a ser unido, deve ser feito um tratamento na superfície do substrato aumentando a sua afinidade com o adesivo e atingir a molhabilidade ideal através do aumento da área de contato e remoção de partículas ou substâncias que possam interferir na adesão e possa prejudicar o desempenho do adesivo (VIEIRA, 2005).

O pré-tratamento dos substratos é muito importante para a qualidade a união e tem um grande efeito sobre a resistência da junção, em particular, sob condições ambientais severas (SOUZA,2015). E pode ser realizada através de:

Limpeza química onde se utiliza meios químicos que limpam e provocam um ataque na superfície ou mudam a tensão superficial do substrato a ser colado. E limpeza mecânica método onde se usa meios como lixamento, com lixas, lixadeiras, rebolos de esmeril, e limpeza com lavagens, escovas, panos pincéis, jato de ar, dentre outros (MARQUES, 2009).

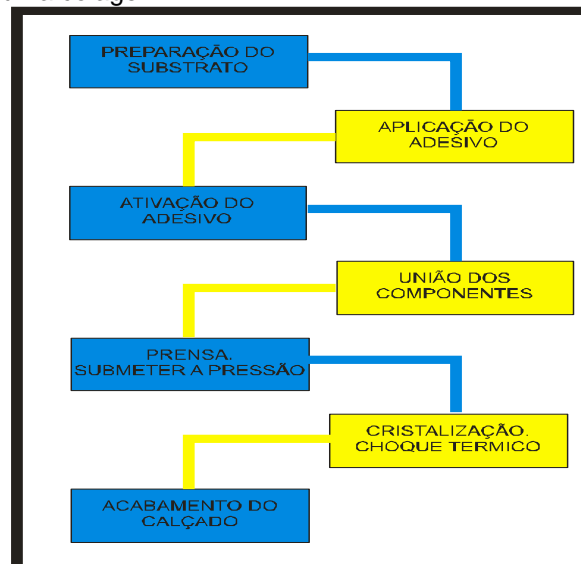
Marques, (2009) ainda retrata que a aplicação do adesivo é o processo pelo qual uma camada do produto é espalhada sobre a superfície a ser colada por métodos manuais, semi- automáticos e automáticos.

Dependendo do substrato e do tipo de adesivo disponível é necessária a utilização de outros produtos para uma preparação efetiva, sejam eles:

- **Cola base:** é um produto auxiliar empregado para regular a penetração do adesivo no substrato.
- **Primers:** são promotores de adesão entre substratos de difícil colagem, pois apresentam afinidade química entre o substrato e o adesivo, promovendo uma ponte entre ambos (FOTEA; D'SILVA, 2005).

Na Figura 4 apresenta o fluxograma de colagem iniciando com a preparação do substrato e finalizando com o acabamento do calçado.

Figura 4 – Fluxograma básico de uma colagem.



Fonte: Próprio (2018).

2.4. ADESIVOS

Segundo a norma ABNT NBR 9239, adesivos são substâncias ou materiais capazes de manter materiais unidos, mediante ligações de forças interfaciais. Por definição, os adesivos são substâncias capazes de unir diferentes substratos através da interação com suas superfícies, estando inicialmente na fase líquida devido a um processo físico ou químico, solidifica-se. Este processo é denominado de polimerização (SANTOS, 2004).

Segundo a Norma ANSI/ASTM D907 (2015), adesivo é uma substância capaz de unir materiais através da fixação das suas superfícies. Os adesivos são substâncias utilizadas para unir dois ou mais elementos (IWAKIRI, 2005), sendo capaz de manter unidas pelo menos duas superfícies de maneira forte e permanentemente (DUCATI, 2007).

Podem ser encontrados sob a forma líquida ou pastosa, granular ou mesmo como filmes ou pós. Normalmente, são obtidos a partir de mistura de polímeros e resinas e tornam-se sólidos através da secagem e cura por meio de enrijecedor, entre outros métodos (COGNARD, 2005).

Os primeiros adesivos sintéticos surgiram na década de 1930. Com o passar do tempo, os sistemas adesivos vêm substituindo os sistemas de fixação mecânica devido ao bom desempenho e menor custo (GALEMBECK, 2001).

Os adesivos à base de poliuretanos, também conhecidos como cola PVC, são empregados em diversos setores industriais, tais como: construção, embalagens, equipamentos, livros, calçados, móveis, medicina, montagens diversas, eletroeletrônico, aeroespacial, automotivo, abrasivos, têxteis e outros. Os poliuretanos podem unir a maioria dos materiais sob a forma de adesivos eficientes, resistentes à vibração e aplicáveis em grande faixa de temperaturas (DA FONSECA, 2015).

Adesivos dispersos em água são chamados de adesivos aquosos e são feitos principalmente a base de polímeros naturais (amido e caseína), poli (acetato de vinila) (PVA), poliácridatos, dispersões de poliuretano, policloropreno, SBR e látex de borracha natural (SILVA, 2008).

Adesivos *hotmelt* são aplicados a quente entre os 120 e os 290°C e formam uma ligação rápida quando solidificam. São baseados em termoplásticos modernos e são usados para a montagem rápida de estruturas projetadas para suportarem cargas relativamente rápidas (PINTO, 2007).

Os principais tipos de adesivos *hotmelt* são à base de poli (etileno-co-acetato de vinila), poliamida, poliuretano, poliolefina, poliisobutileno e copolímeros em bloco de poliestireno com polibutadieno e/ou poliisopreno (SBC – *Styrene Block Copolymers*). No caso de adesivos *hotmelt* feitos de SBC, propriedades diferenciadas de flexibilidade e *tack* são conferidas, e estes adesivos são classificados como de *tack* permanente ou PSA (*Pressure Sensitive Adhesive*) (SILVA, 2008).

2.5. COLAGEM

O processo de colagem inicia-se com o espalhamento do adesivo sobre a superfície do substrato. O grau de adesão depende da intensidade de cada elo, ou seja, dos aderentes, do adesivo e das interfaces. A primeira condição para que se estabeleça uma ligação adesiva é que o adesivo, que deve ser líquido no momento da aplicação, molhe o substrato, espalhando-se facilmente sobre ele (QUARESIMIN; RICOTA, 2006).

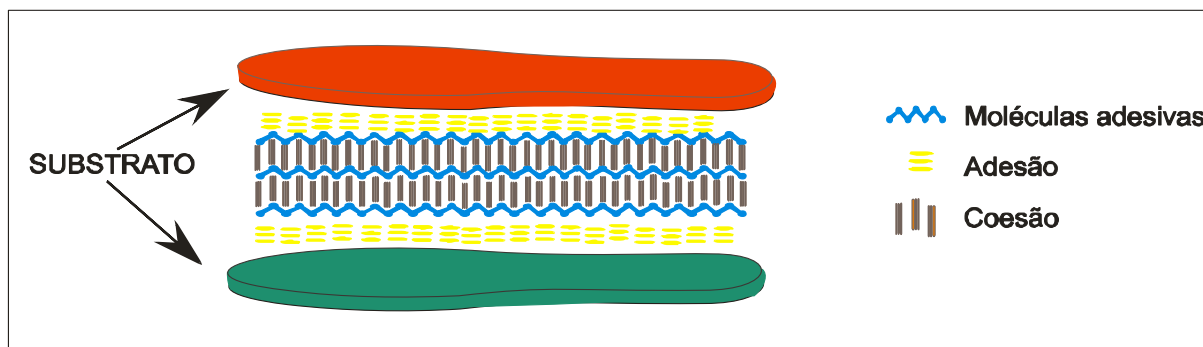
2.6. FORÇAS DE SUPERFÍCIES

Em um processo de colagem ocorrem dois fenômenos físico-químicos: adesão e coesão. A adesão é a força ou resistência mecânica que atua entre o filme de adesivo e o substrato. Pode ser definida como um fenômeno ou um estado em que dois corpos estão unidos. Envolve desde forças entre os átomos de uma interface, bem como respostas mecânicas do adesivo, do substrato e da própria interface (WILCZAK, 2014).

A coesão é o estado em que as partículas de uma substância aderem umas às outras. É a força atuante entre os dois filmes de adesivos depositados sobre os substratos, ou seja, a força interna do filme adesivo, ou a capacidade do filme de resistir a uma força de descolagem. Está relacionada às forças intermoleculares atuantes entre os materiais constituintes do adesivo (JONES, 2012).

Na Figura 5 está representado um esquema de como ocorrem as interligações entre as forças de adesão e/ou coesão.

Figura 5 – Forças de superfície.



Fonte: Próprio (2018).

2.6.1. Mecanismos de colagem

Conjunto de meios na qual ocorre uma colagem. Sendo especificamente realizado em duas situações: Zona de adesão e zona de coesão.

2.6.1.1. Mecanismo de adesão

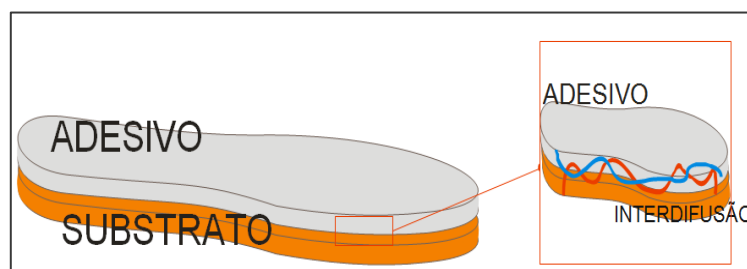
O mecanismo de adesão é o fenômeno pelo qual se mantêm superfícies unidas pela ação de forças interfaciais de atração ou de energia de ligação e estas podem ser do tipo mecânico, eletrostático ou de atração molecular. As forças eletrostáticas resultam da interação entre átomos ou moléculas carregadas eletricamente e de sinais opostos; e as forças de atração molecular podem ser do tipo *Van de Walls* e interações por pontes de hidrogênio ou por compartilhamento de pares de elétrons. (GALEMBECK, 2011).

O mecanismo da adesão pode ser explicado por cinco teorias:

- **Teoria da adsorção física:** Envolve forças de *Van de Walls* na interface do substrato e do adesivo. Essa envolve atrações entre dipolos permanentes e induzidos e podem ser de três tipos (JONES, 2012):
 - Interação dipolo-dipolo: a interação entre dois dipolos elétricos. Cargas parciais iguais se repelem e cargas parciais opostas se atraem.
 - Interação dipolo-dipolo induzido, a interação entre um dipolo elétrico e o dipolo instantâneo que ele induz em uma molécula apolar (JONES, 2012).

- Forças de dispersão (ou de London): trata-se de uma força mais comum encontrada praticamente em todos os materiais. Surge da formação de dipolos instantâneos provocando a formação de dipolos induzidos instantâneos, quando átomos ou moléculas com distribuição de cargas uniforme se aproximam (GALEMBECK, 2011).
- **Teoria da adesão química:** Entende-se que esta teoria favoreça a formação de ligações covalentes ou iônicas na interface do substrato e adesivo. Nas ligações covalentes um par de elétrons é partilhado por dois átomos. Nas ligações iônicas há atração de cargas opostas de cátions e ânions (JONES, 2012).
- **A teoria da difusão** é a dispersão gradual de uma substância em outra substância (JONES, 2012). Um adesivo líquido pode dissolver e difundir no substrato. A extensão da difusão depende da afinidade entre as moléculas do adesivo e do substrato (VIEIRA, 2005), conforme apresentado na Figura 5. Neste caso, o adesivo e o substrato são poliméricos e os dois substratos se difundem, pois são compatíveis e miscíveis.

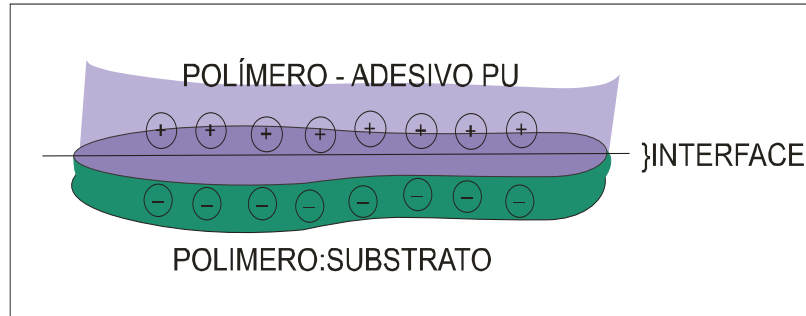
Figura 6 – Mecanismo de adesão por interdifusão.



Fonte: Próprio (2018).

- **Teoria eletrostática:** Baseia-se na diferença de eletronegatividade entre o adesivo e o substrato e a força de adesão é atribuída à transferência de elétrons ao longo da interface criando cargas positivas e cargas negativas em dupla camada elétrica (SILVA, 2008).

Figura 7 – Interação eletrostática entre a interface do adesivo e o substrato.

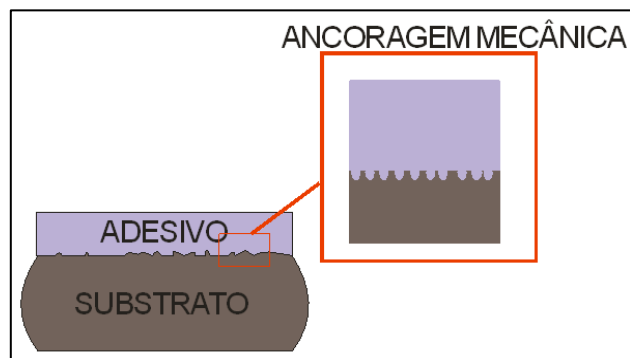


Fonte: Próprio (2018).

- **Teoria da ancoragem:** O mecanismo de ação do adesivo ocorre quando a superfície do substrato onde este é aplicado contém poros e projeções, fazendo com que o adesivo escoe para dentro destes onde solidifica. O adesivo se comporta como uma ancora mecânica (BALDAN, 2004).

Na Figura 7 é apresentada como ocorre a ancoragem do adesivo no substrato.

Figura 8 – Ancoragem do adesivo no substrato.



Fonte: Própria (2018).

A teoria da difusão propõe que a força de ligação entre o adesivo e o substrato são originados pela difusão de cadeias poliméricas ou de seus segmentos individuais através de espaços formados por irregularidades na superfície do substrato. Se baseia nas características essenciais dos polímeros (SILVA, 2008).

2.6.1.2. *Mecanismo de coesão*

Neste ambiente ocorrem as propriedades nominais do adesivo. Está relacionada com a estrutura molecular de uma só substância e é a propriedade que as moléculas têm de se manterem unidas através de forças intermoleculares (SANTOS,2015), sendo elas:

- As ligações químicas dentro do polímero adesivo.
- As ligações químicas que são os resultados das ligações cruzadas (*crosslinking*) do polímero.
- As interações intermoleculares entre as moléculas de um adesivo.
- A adesão mecânica entre várias moléculas de um adesivo.

É a ruptura do adesivo e ocorre quando o substrato e/ou a ligação entre o adesivo e o substrato é mais forte do que a resistência interna do próprio adesivo. Não há descolamento, o adesivo se rompe ao meio e há presença do adesivo em ambos os lados da colagem (DA SILVA, 2006).

2.6.1.3. *Tempo de secagem ou tempo aberto*

O tempo em aberto é definido como sendo o tempo necessário para a obtenção da resistência máxima a descolagem, ou seja, é o tempo da secagem de um adesivo sem sobreposição de substratos. É essencialmente influenciado pelo tipo e concentração da resina aplicada na formulação (PAIVA, 2009).

2.6.1.4. *Poder de Molhagem*

A capacidade de molhar a superfície é determinada pela tensão superficial do adesivo e do substrato, sendo um critério de qualidade da adesão. A viscosidade de um líquido é a resistência ao escoamento. Quanto maior for à viscosidade, mais lento é o escoamento. Viscosidade de um líquido é uma indicação da intensidade das forças entre as moléculas: interações intermoleculares fortes mantêm juntas as moléculas e não deixam que elas se afastem facilmente (JONES, 2012).

2.6.1.5. Viscosidade

A viscosidade constitui um parâmetro importante. Se o adesivo possuir viscosidade muito baixa, ele escoará demasiadamente para o interior dos substratos, especialmente se os mesmos possuírem elevada porosidade, resultando em uma película de filme de espessura insuficiente para que haja aderência boa entre os materiais a serem unidos. Porém se um adesivo que possua viscosidade excessivamente alta, o mesmo não será capaz de penetrar completamente nos poros dos substratos, resultando em espaços vazios na interface (POCIUS, 2002).

A viscosidade é a resistência de um fluido a fluir: quanto mais alta for a viscosidade, mais lento será o fluxo (JONES, 2012).

2.7. TIPOS DE ADESIVOS

Os adesivos podem ser classificados em duas principais famílias: adesivos estruturais e adesivos não estruturais. Os adesivos não estruturais são normalmente fáceis de utilizar, fixam-se rapidamente e requerem moderados níveis de força coesiva na colagem final (inferiores a 6,0 MPa) e moderada resistência nas condições ambientais de serviço, sendo realizados em temperaturas na faixa de 5 a 35°C. Em função de suas características, muitos adesivos não estruturais são utilizados em linhas de união rápida, tornando-se os de maior uso, abrangendo desta forma a maior porção do mercado de adesivos, como a indústria de calçados, automotiva e da construção civil (FURTADO, 2007).

Nesta família estão os adesivos naturais que têm por base amidos (encontrados na batata e no milho) e proteínas (encontrados na caseína e na albumina). Também fazem parte da família dos adesivos não estruturais os adesivos sintéticos de base aquosa, de base solvente ou os adesivos sólidos. Todos utilizam diversos tipos de elastômeros (PETRIE, 2000)

Os tipos mais comuns de adesivos não estruturais são os seguintes:

- Adesivos PSA (*Pressure Sensitive Adhesives* - Adesivos Sensíveis à Pressão).
- Adesivos de contato.
- Emulsões termoplásticas e elastoméricas.

- Adesivos *hotmelt*, adesivos sólidos feitos com polímeros termoplásticos que apresentam ou não pegajosidade (*tack*) e que são aplicados no estado fundido, ganhando resistência à medida que se solidificam (POCIUS, 2002).

2.8. CONSTITUINTES DE UM ADESIVO

Para se obter um adesivo é necessária a mistura de alguns materiais, sendo a proporção e a espécie desses materiais os fatores que definirão as características finais do adesivo. No geral os componentes de um adesivo são: borracha, resinas, plastificantes, cargas, antioxidantes e solventes (para adesivos em solução) (QUAIATTI, 2005).

Para retardar o envelhecimento dos polímeros, antioxidantes, agentes anti hidrólise e outros estabilizantes são adicionados nas formulações de adesivos. O plastificante pode ser requerido para prevenir que o filme adesivo se torne muito frágil. O espessante pode ser incluído se a finalidade é aumentar a viscosidade da composição final. O agente de pegajosidade (materiais resinosos) pode ser necessário para garantir que os substratos sejam unidos de imediato, logo que postos em contato. O agente antiespumante pode ser adicionado se for desejado prevenir a formação de bolhas durante a fabricação e aplicação (LOUREIRO, 2010).

2.8.1. Polímeros Base

O componente principal, é normalmente um polímero de alto peso molecular. Este material pode ser de origem natural ou sintética ou um polímero natural modificado. Compostos orgânicos são empregados com mais frequência, embora soluções de silicatos coloidais sejam exemplos de bases inorgânicas de adesivos. Em qualquer formulação particular, a estrutura e a química da substância base do adesivo possuem grande relevância, porém qualquer formulação particular de vários componentes deve levar em consideração a compatibilidade e as funcionalidades de seus constituintes (LOUREIRO, 2010).

Vários polímeros são utilizados nos adesivos, como o policloropreno, poliuretano, PVA (poliacetato de vinila), amido, dextrina, borracha natural, EVA (etileno vinil acetato), poliamida e borracha termoplástica. Dentre os polímeros utilizados como base para adesivos com a finalidade calçadista, tem-se: policloropreno, poliuretano,

poliamida, PVA e borracha natural. Nos adesivos empregados no setor de calçados o polímero base é um elastômero, poliuretano ou policloropreno (MARQUES,2009).

2.8.2. Resinas

As resinas auxiliam na ancoragem do adesivo e influencia a resistência inicial deste na colagem. Tem influência na resistência ao calor do adesivo, em função do seu maior ponto de fusão e amolecimento, bem como no tempo em aberto dos adesivos permitindo ainda um alto poder de aderência após a secagem do filme (MARQUES, 2009).

2.8.3. Solventes

Os solventes são um dos componentes mais importantes utilizados na produção do adesivo. Sua adição permite modificar diversas propriedades do adesivo, como: tempo de secagem, preço, características da adesão, viscosidade, teor de sólidos e espalhamento (HERMANN, 2013).

Os adesivos em solução podem ser de um ou dois componentes. O solvente é utilizado para facilitar o processamento pela redução da viscosidade dos componentes. Normalmente utiliza-se acetato de etila, acetona, metil etil cetona e tolueno. Projetos de lei vêm sendo propostos a fim de proibir a fabricação e comercialização de adesivos à base de solventes, especificamente o tolueno e substituir gradativamente adesivos a base de solventes orgânicos por adesivos a base de água ou livre de solventes (ABBOTT *et al.*, 2003).

Um dos solventes mais agressivos utilizados na composição de adesivos e já retirado do mercado é o tolueno. Os seus efeitos são severos no organismo humano, principalmente para o trabalhador responsável pela aplicação (HERMANN, 2013).

2.8.4. Aditivos

O uso de aditivos é necessário para conferir um determinado comportamento do produto ao longo do processo produtivo, geralmente utiliza-se os aditivos para melhorar propriedades mecânicas, influenciar a viscosidade e melhorar o preço do produto adesivo (PAIVA, 2009).

Óxido de Zinco, estabilizadores e plastificantes são alguns dos aditivos usados na produção de adesivos.

Os extensores de cadeia podem ser hidroxilados ou diaminas. Os plastificantes reduzem a viscosidade e o custo do adesivo, ao mesmo tempo em que reduzem a tensão de ruptura, a temperatura de transição vítrea e a dureza. O aumento de fluidez causada por esse tipo de aditivo facilita a formação de uma camada coesa de adesivo sobre a superfície do substrato (SILVA, 2006).

2.9. PRINCIPAIS ADESIVOS NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

O teor de sólidos é a quantidade de massa correspondente à parte não volátil de um produto adesivo, sendo uma das propriedades mais importantes, pois atua diretamente sobre a tensão de descolagem. A variação deste parâmetro influencia ainda outras propriedades como o *tack*, a viscosidade, tempo aberto, adesão e coesão. O teor de sólidos retrata a parte sólida do adesivo, sendo a parte constituinte que permite a adesão dos substratos (PAIVA, 2009).

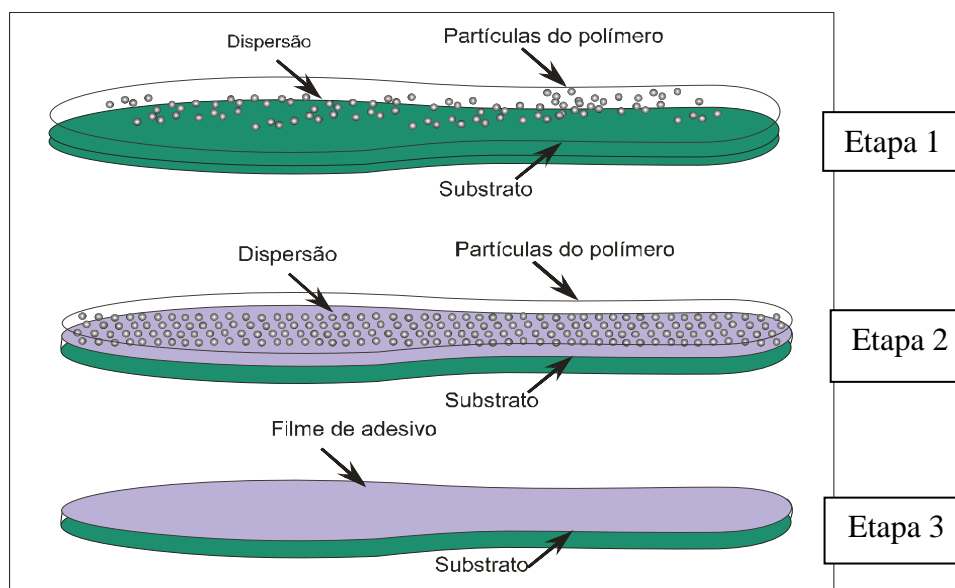
Ainda, segundo Paiva, 2009, a temperatura operacional é a temperatura a qual é recomendado efetuar a adesão dos substratos. É a temperatura ideal para obter a adesão e depende da constituição do adesivo.

A Figura 7 representa o mecanismo de colagem, formação do filme adesivo a partir da evaporação dos solventes, sendo colocadas em sequência de etapas de colagem.

Verificam-se na Figura 7 as etapas para o mecanismo de colagem, formação do filme adesivo a partir da evaporação dos solventes, que são:

- **Etapas 1:** Aplicação do adesivo no substrato. Estado onde as partículas do polímero estão em menor concentração.
- **Etapas 2:** Tempo em aberto. Momento em que há evaporação do solvente e reativação do adesivo. Moléculas em maior concentração.
- **Etapas 3:** Evaporação total dos solventes. Adesivo com maior *tack* e momento ideal para a colagem. Formação do filme homogêneo de adesivo.

Figura 9 – Mecanismo de colagem, formação do filme adesivo a partir da evaporação do solvente.



Fonte: Própria (2018).

2.9.1. Adesivo Policloropreno

Quando o policloropreno é dissolvido em um solvente orgânico pode ser fornecido como adesivo de contato, podendo ser aplicado por pincel ou utilizando-se o método de *spray*. Estes adesivos possuem um conjunto de propriedades físico-químicas e reológicas que dependem muito de sua estrutura particular (SOUZA, 2015).

As características mais importantes do policloropreno, são: Sua alta resistência mecânica, ampla faixa térmica (-40 até +120°C), boa resistência química, boa resistência a ácido, muito boa adesão a tecidos e metais, possibilidade de ser curado sem enxofre através de peróxidos orgânicos (PAIVA, 2009).

Popularmente conhecido como cola forte, cola amarela ou de sapateiro é muito utilizado nas indústrias calçadistas. Conhecida também por um nome comercial de “neoprene” e “cola sintética” (por ser o primeiro adesivo sintético introduzido no mercado). Apresenta uma coloração que varia do translúcido até o âmbar. Possui uma alta resistência à colagem e um tempo em aberto de 15 minutos a várias semanas, dependendo da forma de armazenagem (FALCO, 2007).

O policloropreno adere a uma enorme variedade de substratos devido à presença de um átomo de cloro em cada manômetro do polímero, o que lhe confere

uma polaridade bastante acentuada, a qual permite o desenvolvimento de interações físicas (PAIVA, 2009).

Já existe no mercado formulações para adesivos de policloropreno base aquosa, porém os processos de aplicação deste adesivo, bem como algumas propriedades e características de adesão, ainda apresentam dificuldades técnicas, principalmente em relação ao tempo em aberto deste adesivo (SOUZA, 2015).

Os adesivos aquosos não possuem consistência alta e não tem odor forte, essas características excêntricas geram desconfiança nos aplicadores de adesivo em sapatos e marceneiros, mas quando aplicado é um ótimo adesivo de contato. Seu uso começou na década de 80 com a proibição nos Estados Unidos da América, em que leis ambientais condenam o uso dos adesivos a base solvente. O tempo de secagem do adesivo também é maior. Os adesivos aquosos têm maior rendimento, sua aplicação é mais rápida e eficiente (EIRA, 2003).

De uma maneira geral, o policloropreno caracteriza-se por ser um elastômero que apresenta como principais propriedades: boa resistência a óleo, calor, chama oxigênio, ozônio e luz solar; alta resistência a tração e à abrasão, além de elevada resiliência, similar a borracha natural (MARTINS *et al.*, 2002).

Os adesivos de policloropreno possuem propriedades específicas que são responsáveis pela grande importância comercial deste produto:

- **Aderência sobre uma enorme variedade de substratos:** A presença de um átomo de cloro na estrutura química do polímero lhe confere uma polaridade bastante acentuada, a qual permite o desenvolvimento de fortes interações físicas com os substratos e melhor adesão sobre os mesmos, sem que haja necessidade de aplicação de um halogenante na superfície destes substratos (FALCO, 2007).
- **Pega imediata:** Propriedade relacionada ao fato de o cloropreno “soldar-se” sobre ele mesmo antes da sua cristalização mediante uma pequena pressão exercida (SOUZA, 2015).
- **Desenvolvimento de uma boa coesão:** Resultante da facilidade de cristalização dos adesivos de policloropreno, estando essa propriedade diretamente relacionada à estereorregularidade de estrutura macromolecular do polímero. A coesão imediata aumenta progressivamente à temperatura ambiente, graças à cristalização, aumentando, igualmente, o módulo e rigidez do filme (MARTÍNEZ-GARCIA *et al.*, 2009).

2.9.2. Adesivo Poliuretano

O Poliuretano (PU) se aplica a uma classe de materiais poliméricos que contém ligação uretana, mesmo que existem outras ligações presentes. Além de grupos uretano, podem apresentar em sua estrutura, hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, grupos éster, éter, amida, ureia entre outros (SILVA, 2006).

Os adesivos a base poliuretano formam ligações com alta resistência ao descascamento, superior aos outros adesivos a baixas temperaturas. Poliuretanos não possuem resistência a altas temperaturas com limite máximo em torno de 149°C. Alguns adesivos se degradam substancialmente quando exposto a alta umidade, tanto para adesivos curados, quanto não curados (PETRIE, 2000).

Devido à versatilidade da química do PU podem-se obter diferentes tipos de adesivos adequados para determinado uso. Podem ser utilizados em sistema mono e bi componente. Nas formulações mono-componente, normalmente o adesivo é líquido e aplicado manualmente ou por *spray*. O fator mais importante no processo de produção deste tipo de adesivo é o tempo em que o frasco pode permanecer aberto e o tempo de cura a temperatura ambiente (MARTÍNEZ-GARCIA *et al*, 2009).

Os adesivos bi-componentes são normalmente aplicados por pincel, rolo, *spray* ou manualmente de modo que são produzidos em diferentes formas de acordo com a necessidade de aplicação. Este sistema adesivo é composto por um pré polímero com terminação NCO que consiste em uma cadeia com grupo uretano em sua estrutura obtida pela reação de um polioliol com excesso de di ou poliisocianato (SILVA, 2006).

2.9.3. Adesivos termoplásticos

Adesivos termofundíveis são polímeros termoplásticos que são aplicados no estado fundido e ativam uma força coesiva quando resfriados, ou seja, quando solidificados. Este tipo de adesivo apresenta uma vantagem em relação aos adesivos de base solvente, pois não liberam compostos orgânicos voláteis (COV) prejudiciais ao meio ambiente e ao ser humano (CHUNG; KIM, 2012).

A seleção de um adesivo envolve várias variáveis, sendo as principais: o tipo e a natureza dos substratos a serem colados; a operação de construção da peça em

questão; a preparação dos substratos; o sistema de aplicação viável; condições de secagem e temperatura, umidade do ar, tempo e equipamentos viáveis; tempo em aberto necessário; resistência de colagem desejada, condições as quais a colagem deve suportar e custo (BOCKORNY, 2016).

A terceira tecnologia em adesivos de PU disponível para uso em calçados é de adesivagem *hotmelt* reativa. Apresentando-se sólidos à temperatura ambiente, os adesivos *hotmelt* são aplicados em temperaturas elevadas, no estado fundido, solidificando com o resfriamento, o que promove a união entre os substratos. Para a tecnologia *hotmelt*, os poliuretanos podem aparecer sob o formato de filmes, em pó, *pellets*, entre outros (CHUNG; KIM, 2012).

Os principais tipos de adesivos *hotmelt* são a base de poli (etileno-co-acetato de vinila), poliamida, poliuretano, poliolefina, poliisobutileno e copolímeros do bloco de poliestireno com polibutadieno e/ou poli-isopreno (SBC – *Stirene Block Copolymers*) (SILVA, 2008).

2. METODOLOGIA

A realização deste trabalho foi baseada através da revisão de literatura, desenvolvida em busca, análises e descrição fundamentada em livros, artigo de periódicos, trabalhos de conclusão de cursos, teses nacionais e internacionais onde se abordou o tema estudado.

Verificou-se a partir de um levantamento bibliográfico e analisando –as estudou-se as questões relevantes sobre o assunto abordado neste trabalho.

3. ESTUDO DE CASO

Sobre o presente estudo, retrata-se da importância dos adesivos nas colagens de calçados abordando diversos conceitos sobre o tema, analisou-se uma bibliografia sobre o efeito do adesivo e do comprimento de sobreposição em juntas coladas. Um tema onde debate-se sobre colagens de substratos. Apresentado por SOUZA, Gabriel França de, SILVA, Bruno Soares da, 2015 no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca no Rio de Janeiro.

Nesta bibliografia é explanado sobre a resistência da colagem das juntas adesivas onde as sobreposições simples são as mais estudadas na literatura por ser mais simples, mas a resistência destas juntas dependem de vários fatores como o comprimento da sobreposição, cedência do substrato, a plasticidade do adesivo e a espessura da cola.

Sendo assim, os autores analisaram o comportamento de juntas coladas, o efeito de diferentes adesivos e do comprimento de sobreposição da junta, na tensão da junta, o alongamento e seu modo de ruptura. Eles conseguiram verificar que o aumento do comprimento de sobreposição teve como aumento da força de ruptura da junta e que o tratamento dado a superfície não foi satisfatório para os substratos utilizados. Dentre os adesivos utilizados nos ensaios o que se obteve maior resistência foi o adesivo epóxi com relação ao adesivo cianocrilato.

A conclusão desse trabalho mostrou alguns resultados insatisfatórios abrindo uma galeria de discussões para trabalhos futuros, a fim de obter resultados mais eficientes, como substituir a preparação da superfície dos substratos, realizar o ensaio com outro tipo de juntas.

Retratando a importância dos adesivos nas colagens de calçados abordando diversos conceitos sobre o tema, analisou-se uma dissertação sobre a avaliação de adesivos utilizados em solados de calçados de uso da marinha do Brasil. Apresentado por FALCO, A. P. S., 2007, apresentado ao Corpo docente da coordenação dos programas de pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro em agosto de 2007.

Nesta dissertação aborda comparativamente o comportamento mecânico de dois tipos de adesivos: o Poliuretano (PU) e Policloropreno (CR), onde se avaliou a causa do descolamento do solado se era de natureza adesiva ou coesiva dos substratos. Para a concretização dos fatos, foram confeccionadas juntas adesivas do tipo

couro/adesivo/couro e SBR/adesivo/SBR, obedecendo os parâmetros estabelecido pelo fabricante.

Segundo a autora os resultados, obtidos nos ensaios de resistência ao descascamento, para as juntas adesivas SBR/poliuretano/SBR, foram muito superiores àqueles obtidos para as juntas SBR/policloropreno/SBR. Observou-se que para a junta SBR/CR/SBR, as falhas resultantes foram um misto de falha adesiva e coesiva do adesivo, indicativo da preparação da superfície de colagem inadequado ou insuficiente. As juntas adesivas produzidas com os substratos de couro, apresentaram resultados semelhantes. Em ambos os casos, os tratamentos superficiais aplicados mostraram-se bastante eficazes, resultando em aumentos significativos dos valores de resistência ao descascamento e mudanças no modo de falha resultante, de adesiva para falha mista adesiva e rasgamento do couro. O autor ainda conclui que a decisão da escolha do adesivo para os calçados masculinos, ainda requer estudos adicionais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de buscar explicar, teoricamente, o sistema de colagens de calçados, observa-se que são indispensáveis a correta preparação da superfície até o processo final da colagem, este trabalho aborda um estudo a partir de pesquisas bibliográficas, boletins técnicos e NBR - ABNT sobre propriedades, aplicações e inspeção no sistema de colagens de calçados com diferentes tipos de substratos.

Ao iniciar o levantamento bibliográficos percebeu-se que o calçado passou de um simples artefato para auxiliar a sobrevivência humana, a um artigo de luxo. Há diversas formas de calçados e para diversas finalidades e para cada necessidade há uma funcionalidade onde as eles são mais exigidos. Os adesivos substituíram gradativamente as formas de fixação de solados onde eram feitos mecanicamente por meio de tachas, costura dentre outros. Deste modo, com as variantes de materiais utilizados no calçado e as diversas finalidades e performances dos calçados necessitou-se cada vez mais de um processo de colagem mais complexo utilizando produtos auxiliares para atingir-se a qualidade da colagem desejada pelos consumidores cada vez mais exigentes. Os componentes dos calçados devem ser apontados imediatamente depois que saem na estufa para não perder calor e em seguida, ainda quente, devem ser prensados para uma colagem efetiva.

Demonstrou-se algumas das formas de colagens de calçados, retratando as colagens de diversos substratos e a preparação da superfície para a garantia uma colagem segura. Abordou-se as forças de superfícies que atuam numa colagem a adesão e coesão. E a importância da preparação dos substratos e de seguir os parâmetros corretos no processo produtivo. Citou-se também os fundamentos teóricos dos adesivos e colagens e história do calçado e uso do adesivo na confecção dos mesmos.

Na discussão com uma das dissertações abordou-se o efeito do adesivo no comprimento das juntas adesivas onde mostrou que a preparação do substrato foi inadequada e a adesão dos componentes foi prejudicada, tendo o melhor resultado com o adesivo epóxi. Na outra dissertação, o tema abordado sugere o teste com dois tipos de adesivos comparando-os e verificando o melhor resultado. Percebeu-se que o adesivo PU foi mais eficaz na junta adesiva testada.

Com isso, percebe-se a importância de se estudar o efeito da colagem de calçados em geral.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, S.G.; BREWIS, D.M.; MANLEY, N.E.; MATHIELSON, I., OLIVER, N.E. (2003) Solvent – free bonding of shoe- soling materials. *International Journal of adhesion and adhesives*, v 23.
- ABNT NBR 9239, 2ª edição 13/01/2011.
- ANDRADE, J. E. P. de; CORREA, A. R. (2001). Panorama da indústria mundial de calçados, com ênfase na América Latina. Rio de Janeiro.
- ASTM D 907: 2015-10. Terminology of Adhesives
- BOCKORNY, G. D. A. (2016). Desempenho de poliuretanos termoplásticos particulados como adesivo para indústria calçadista.
- BOSSAN, M.J. *Arte delle scarpe*. Savigliano: Gribaudo, 2007.
- BOZANO, S., & de OLIVEIRA, R. Ergonomia do calçado: Os pés pedem conforto, *Revista da UNIFEFE*, 2011.
- CANEVAROLO, S. V (2009). *Ciência de Polímeros*. São Paulo: Publicarte.
- CHOKLAT, A. (2012). *Design de Sapatos*. São Paulo: Senac.
- CHUNG, S.; KIM, H.T. (2012). Interfacial reliability between hot-melt polyamides resin and textile for wearable electronics application. *Microelectronics Reliability*, v. 52.
- COGNARD, P. (2005). *Handbook of adhesives and sealants: basic concepts and high tech bonding*. (vol. 1) Elsevier. Versailles.
- CORREA, A. R. (2001). *O complexo coureiro-calçadista brasileiro*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro.
- COSTA, F.B. (2014). Influência dos tratamentos superficiais na adesão de polipropileno utilizando adesivo base de poliuretano. *A importância da qualidade no desenvolvimento de software*, 9.
- DA FONSECA, C.S. (2015). Efeito do adesivo e do comprimento de sobreposição em juntas coladas.
- A SILVA, A. L. D., MARTINEZ, J. M. BORDADO, J. C. M. (2006) Influence of the free isocyanate content in the adhesive properties of reactive trifunctional polyether urethane quasi-prepolymers. *International journal of adhesion and Adhesives*.

- DUCATI, A.G. (2007). Análise da adesão em diferentes superfícies de chapas metálicas: Uma comparação junta adesiva versus junta rebitada.
- EBNESAJJAD, S., & EBNESAJJAD, C. (2013). Surface Treatment of Materials for Adhesive Bonding. Willian Andrew.
- EIRA, M. C. (2003) Adesivos: Base água ganha espaço no mercado de calçados e madeiras. São Paulo.
- FALCO, A. P. S. (2007) Avaliação de Adesivos utilizados em solados de calçado de uso Marinha do Brasil. Tese de Doutorado. Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais.
- FERREIRA, N. R. A. O calçado como artefato de proteção à diferenciação social: A história do calçado da Antiguidade ao século XVI. Ciência et Praxis, v.3, n.6, 2010.
- FOTEA, C., D'SILVA, C. Adhesion enhancement of chromium tanned heavyduty leather (Salz leather) under extreme conditions using photoreagents as surface primers. International Journal of Adhesion and Adhesives, vol. 25, 2005.
- FURTADO, M. (2007). Adesivos: produtos avançados puxam o crescimento por vendas". Quím. Deriv., 461.
- GALEMBECK, F., & GANDUR, M.C. (2001) Cientistas explicam o fenômeno da adesão. Química e Derivados,
- HERMANN, F.F et al. Esverdeamento da operação de compra e uso de adesivos na indústria calçadista. Engevista, v. 15, n. 3, 2013.
- IWAKIRI, S., Et al. (2005). Painéis de madeira aglomerada. Painéis de madeira reconstituída: FUPEF, Curitiba.
- JONES, L., & ATKINS, P. (2012). Princípios de Química – Questionando a vida e o meio ambiente. 5ª edição.
- LEMOS, C., & PALHANO, A. (2000) Arranjo produtivo coureiro-calçadista de Campina Grande/PB. Rio de Janeiro: IE/UFRJ.
- LOUREIRO, A. (2010). Emprego do Método Technology Roadmapping em Adesivos e Selantes Aplicados à Construção Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro.
- MANO, E.B. (2001) Introdução a polímeros. Edgar Blücher.

MARQUES, J. L. D. S. (2009). Desenvolvimento de adesivos nanocompósitos de poliuretano à base de óleo de mamona.

MARTÍNEZ-GARCIA, A., SÁNCHEZ-RECHE, A., & MARTÍN-MARTÍNEZ, J. M., (2005). Adhesion of surface-treated EVA to polychloprene adhesive containing different polyisocyanate content, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, vol. 25..

MARTINS, A. F., NAPOLITANO, B.D. A., VISCONTE, L. L. Y.& NUNES, R. C. (2002), *Propriedades Mecânicas e Dinâmico-mecânicas de Composições de Policloropreno com Negro de Fumo*”, *polímeros: Ciência e tecnologia*.

MATOS, J.F. V. (2014). Desenvolvimento de materiais têxteis com propriedades antimicrobianas para revestimento de calçado. Tese de Doutorado.

MUSEU DO CALÇADO DE FRANCA. Disponível em:
www.museuvirtualdocalcado.com.br/inclnternas. Acesso em 23 de Agosto de 2018.

PAIVA, R.M. M.D. (2009). Composição e propriedades de produtos adesivos de base solvente. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.

PETRIE, E. M. (2000). *Handbook of Adhesives and Sealants*.

PINTO, A.M.G. (2007) *Ligações adesivas entre materiais poliméricos com e sem alteração superficial dos substratos*.

POCIUS, A. V. (2002) - *Adhesion and Adhesives Technology, An introduction*, cap.9, Hansen Gardner Publications, Inc., Maplewood (2002).

QUAIATTI, M, A. (2005). *Utilização de elastômeros termoplásticos no segmento de adesivos sensíveis a pressão (PSA)*

QUARESIMIN, M., & RICOTTA, M. (2006). *Fatigue behaviour and damage evolution of single lap bonded joints in composite material*. *Composites Science and Technology*.

ROLO, M.F.G. A.; *Design de calçados, do Processo Criativo a Produção*, 2016.

SANTOS, D.J. (2004). *Estudo experimental da resistência mecânica de junções adesivas* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

SANTOS, H.F.O.P. (2015). *Análise do efeito “Tapper” na resistência de juntas coladas* (Master’s thesis).

SANTOS, H.M. (2015) *Redesign do calçado com solado de corda a partir dos resíduos têxteis da indústria do vestuário: inovação de material e avaliação de conforto*.

SILVA, B.B.R.D. (2006). Desenvolvimento de adesivos de poliuretano a base de óleo de mamona.

SILVA, S. A. D. (2008) Estudo do comportamento reológico dos adesivos hot melt PSA e sua relação com a composição e as propriedades adesivas.

SOUZA, E. M. M. D. (2015). Adesivo de contato de policloropreno base aquosa nanoaditivado e condicionado magneticamente (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

UNIVERSITY COLLEGE CORK. Departamento de Arqueologia da University College Cork (2010) Sandálias de pele de bovino; Irlanda. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

VIANA, F.L. & ROCHA, R.E.V. (2006) A indústria de calçados no Nordeste: características, desafios e oportunidades. Fortaleza: Banco do Brasil.

VIEIRA, E.R. (2005). Propriedades adesivas de IPNS a base de poliuretano de óleo de mamona associada a diferentes poliacrilatos.

WILCZAK, L. (2014). Avaliação do comportamento mecânico do adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona utilizado na produção de painéis compensados (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)