



PRODUÇÃO DE TINTA COM RESÍDUOS DE CASCA DE LARANJA E POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Gabriela Olsson Schneider¹ (gabrschn@gmail.com), Paula Vieira Schwade¹ (paula.schwade@gmail.com), Cristiane Krause Santin¹ (cristianekrause@hotmail.com), Tatiana Louise Avila de Campos Rocha¹ (tlavila@unisinis.br)
1 UNISINOS

RESUMO

O poliestireno expandido (EPS) é, na atualidade, um polímero amplamente utilizado em diversas aplicações. No entanto, sua reciclagem é relativamente pouco explorada e seu acúmulo representa significativo impacto ambiental. De maneira similar, os resíduos de casca de laranja da indústria de sucos no Brasil não têm todo o seu potencial explorado antes do descarte final. Como solução para o problema, propõe-se o desenvolvimento de uma tinta que aplica resíduos de EPS como base polimérica na composição de seu veículo para aplicação na construção civil e produção moveleira, com ênfase em superfícies de madeira. Tem-se como objetivo, portanto, selecionar a resina mais adequada à conseqüente dispersão de pigmentos. Para tanto, varia-se o tipo e a concentração de plastificante polimérico (borrachas termoplásticas ESBR, SIS, SBS e SEBS, bem como o óleo de soja epoxidado, ESBO), e utilizando solventes naturais, quais sejam o óleo essencial da casca de laranja e seu componente majoritário D-limoneno, como alternativas ao C9 aromático, amplamente utilizado na indústria. Fez-se a aplicação sobre superfícies de MDF e pau-marfim, e, em seguida, conduziu-se avaliações de elasticidade, aderência ao substrato e revestimento de superfície pelas resinas. Os resultados obtidos sugerem que ESBO e SEBS são compatíveis com os solventes naturais, o que torna possível substituir o solvente aromático pelas alternativas sem comprometer a viabilidade técnica e econômica do processo proposto.

Palavras-chave: Poliestireno expandido, Casca de laranja, Tinta.

PRODUCTION OF PAINT WITH RESIDUES OF ORANGE PEEL AND EXPANDED POLYSTYRENE (EPS)

ABSTRACT

Expanded polystyrene (EPS) is presently a widely used polymer for diversified applications. However, its recycling is relatively unexplored and its accumulation causes significant environmental impact. Similarly, the residue of orange peel in the Brazilian juice industry doesn't have its potential fully explored before its final dispatch. As a solution to the problem, the development of a paint applying EPS wastes as a matrix polymer in its vehicle is proposed for use in construction and furniture industry, with emphasis on wood surfaces. Therefore, the objective of this study is to select the resin that is most appropriate to further dispersion of pigments. To make that possible, various types and concentrations of plasticizer polymers are used (thermoplastic rubbers ESBR, SIS, SBS, and SEBS, and also the epoxidized soybean oil, ESBO), in addition to natural solvents, which are the essential oil of the orange peel and its major component, D-limonene, as alternatives to C9 aromatic, widely applies in the industry. The application was made over MDF and "pau-marfim" surfaces and, in the sequence, evaluations of elasticity, adhesion to the substrate and surface coating with the resins were run. The obtained results suggest that ESBO and SEBS are compatible with the natural solvents, which makes it possible to substitute the aromatic solvent with the alternatives without compromising the technical and economical viability of the proposed process.

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





Keywords: Expanded polystyrene, Orange peel, Paint.

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos é um assunto bastante polêmico no Brasil, visto que se mostra deficitária e pouco efetiva principalmente quando relacionada a destinação final dos materiais. Só no ano de 2013, a geração de resíduos sólidos urbanos ultrapassou o valor de 76 milhões de toneladas, acréscimo de 4,1% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2014). Ao mesmo tempo, apenas 58,3% desse descarte é encaminhado para vias corretas, sendo o restante depositado em aterros sanitários ou disperso no meio ambiente. Esta eliminação incorreta provoca não só agressões ambientais, como também risco a saúde pública, trazendo diversas patologias, mau cheiro e detrimento visual (JIVAGO, 2014).

O poliestireno expandido, popularmente conhecido pela marca Isopor[®], é um material que enfrenta esse tipo de problema. Quando disposto ao meio ambiente, pode absorver compostos químicos tóxicos (agrotóxicos, metais pesados, pesticidas), causando intoxicação em animais marinhos quando ingerido. Além disso, devido a sua baixa densidade e expansivo volume, este material diminui o espaço físico de aterros sanitários e impede a penetração de água no solo em virtude de sua propriedade impermeabilizante (SPRITZER, 2014).

O poliestireno expandido (EPS) possui ampla aplicabilidade em diversas áreas do comércio. Seu baixo peso facilita o transporte e armazenamento de objetos, especialmente alimentos, e devido a sua resistência mecânica e à compressão auxilia na proteção de equipamentos em geral (ABRAPEX, 2014). Na área da construção civil, o Isopor[®] pode ser utilizado na estrutura de prédios, uma vez que atua como isolante térmico e sonoro (REZENDE, 2014). A sua principal dificuldade de reciclagem está relacionada à viabilidade econômica, visto que ocupa um espaço muito grande e assim se reduz seu preço de venda. Uma pesquisa feita no Brasil (FIEMA, 2014), indica que apenas 34,5% de EPS foram reciclados durante o ano, liberando 25.770 toneladas ao ambiente natural (ABIQUIM, 2014). Dentre a porcentagem reciclada, pode-se destacar a geração de energia e a fabricação de concreto leve como métodos de reutilização do EPS (Pensamento verde, 2013). Todavia, a necessidade por métodos ainda mais viáveis e eficazes se faz presente.

No país, o potencial de exportação da indústria de sucos de laranja vem crescendo significativamente ao longo da última década. Em 2011, o Brasil foi considerado o maior exportador deste suco no mundo, com uma quantia de 1,5 milhão de toneladas de produto exportado, o que representa mais de 200% da capacidade de exportação da Bélgica, que ocupa o segundo lugar neste ranking (FAOSTAT, 2015). Sabe-se, ainda, que o suco propriamente dito representa somente 50% do peso total da fruta, sendo o restante inerente a sua polpa e casca. Sendo assim, o Brasil tem potencial para explorar este resíduo de forma a ir além da alimentação animal e da queima, através da extração do óleo essencial da casca de laranja, que se situa em glândulas na sua superfície externa. A extração deste óleo pode ser efetuada em procedimentos variados, desde uma hidrodestilação simples até prensagem a frio e extração supercrítica (FERNANDES et. al., 2013). O seu componente majoritário é o D-limoneno, um hidrocarboneto terpênico moderadamente utilizado como fluido refrigerante secundário, componente de produtos de limpeza e solvente na indústria de tintas (Florida Chemical, 2012).

Tintas são produtos multifuncionais que aumentam o tempo de vida de uma superfície e contribuem para a redução de custos com manutenção da mesma. Podem, ainda, contribuir para melhorar as condições de higiene e sanidade por dificultar a proliferação de microorganismos e a aderência de impurezas em superfícies porosas e rugosas. A estes benefícios, outros podem ser acrescentados conforme a composição da tinta, a origem e as propriedades do material utilizado em seu processo de fabricação, a exemplo do uso de substâncias naturais, biodegradáveis ou não

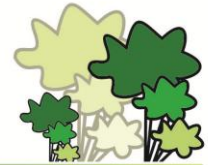
Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





agressivas ao meio ambiente e à saúde humana.

2. OBJETIVOS

A pesquisa propõe um novo destino aos resíduos de casca de laranja e poliestireno expandido através da elaboração de um produto com alto índice de comercialização, qual seja uma tinta para construção civil e setor moveleiro. Objetiva-se desenvolver uma tinta de alta qualidade a partir de uma formulação adequada de resina veículo, e também criar um produto de caráter sustentável em conjunto com a viabilidade econômica, incentivando o consumo da população para produtos que utilizem a logística inversa, isto é, logística relacionada ao destino de materiais já descartados, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

3. METODOLOGIA

3.1 Extração do óleo essencial da casca de laranja

A primeira etapa pela qual passam os resíduos de casca de laranja é a limpeza da casca, de modo a separar o flavedo, parte mais externa, de gomos e vesículas. Fez-se a trituração das cascas e, em seguida, a hidrodestilação em aparelho Clevenger durante um período de três horas (DEITOS et. al., 2014). Este óleo essencial é utilizado como solvente em uma formulação específica de resina, para comparar seu desempenho com o de D-limoneno comercializado.

3.2 Elaboração de resina veículo

O primeiro estágio de formulação da tinta é a elaboração de uma resina veículo, composta por uma matriz polimérica, solvente e plastificante, sobre o qual podem posteriormente ser acrescentados pigmentos e demais aditivos. As formulações de resina foram desenvolvidas com EPS residual, que exige um procedimento de limpeza. Para tanto, foi efetuada uma remoção completa do material com quantidade excessiva de contaminantes e também, com um pincel macio, de traços finos de impureza. O EPS foi granulado manualmente para facilitar a dissolução. Foram utilizados os solventes C9 aromático, o óleo essencial da casca de laranja e seu componente majoritário, o D-limoneno, a fim de avaliar o desempenho de alternativas ao solvente aromático, mais comum na indústria, quais sejam as duas substâncias de origem natural. Vale salientar que o óleo essencial, em relação ao D-limoneno, é extraído da matéria orgânica através de um processo de menor complexidade. Logo, o custo de obtenção deste componente é mais baixo. A porção sólida é também parcialmente composta pelas borrachas termoplásticas ESBR, SIS, SBS e SEBS, bem como o óleo de soja epoxidado (ESBO).

O procedimento realizado para elaboração da resina consiste na dissolução simples de EPS no solvente, seguida da adição do plastificante polimérico. Elimina-se interferentes do gás expensor do EPS agitando a resina ao longo de uma semana.

3.3 Preparação dos corpos de prova e aplicação do filme

As superfícies dos corpos de prova foram preparadas de acordo com a norma técnica brasileira. Assim, toda superfície a ser pintada foi mantida limpa, seca e lixada, isenta de partículas soltas, gordura, ferrugem, restos de pintura antiga e pó. Utilizaram-se sucessivamente lixas de gramatura 220, 400 e 600 para nivelar a superfície antes da primeira camada, e entre camadas, uma lixa média (gramatura 400) para facilitar a abertura dos poros do material e a aderência da aplicação seguinte (ABNT NBR 13245, 2011).

Para aplicações feitas com pincel, apenas 2/3 do comprimento dos pelos é mergulhado na resina e posteriormente levados à superfície dos corpos de prova, com uma pequena inclinação do pincel para favorecer o deslizamento uniforme, nivelando e alisando as camadas por meio de pinceladas cruzadas sobre as iniciais.

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica



Universidade de Brasília





3.4 Teste de elasticidade (*Cold Check*)

Este teste permite avaliar a resistência do filme a estiramentos e contrações sequenciais em variações térmicas de 49°C a -15°C, seguido do retorno à temperatura ambiente. Dessa forma, há uma simulação de situações naturais extremas. O *Cold Check* é bastante utilizado na indústria, de modo a executar de ciclos de três horas e repeti-los dez vezes. A cada hora, os corpos de prova mudam de temperatura conforme mencionado, e são inclinados a um ângulo de 45°, em local iluminado, para se realizar a análise do aspecto físico das películas (ASTM D358, 2012). Para melhor observar os efeitos deste teste, foram obtidas imagens de Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

3.5 Teste de adesão ao substrato

A adesão é uma avaliação importantíssima dentre as realizadas, visto que permite perceber a formação de bolhas de ar e de umidade, deteriorando a película. Faz-se cortes em grade sobre o filme, formando 25 quadrados (2mmx2mm), e se mantém esta região em contato com fita com adesividade de 25g/cm³ durante um minuto, para então retirar a fita e analisar a área destacada da película. Os resultados são percentuais de adesão tabelados (ISO 2409, 2010). Realiza-se o procedimento essencialmente após *Cold Check*. Para melhor compreender o fenômeno de adesão, analisou-se imagens de microscópio óptico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Formulação e aplicação de resinas no substrato

Tem-se dezesseis formulações de resina no total. O EPS foi combinado a teores variados de plastificantes, conforme representado no Quadro 1.

Quadro 1. Formulações de resina conforme variação de plastificantes e solvente

FORMULAÇÃO	SOLVENTE	PLASTIFICANTE
F1	C9 aromático	ESBR (5%)
F2	D-limoneno	ESBR (4,5%)
F3	D-limoneno	ESBR (3%)
F4	D-limoneno	SIS (5%)
F5	D-limoneno	SBS (5%)
F6	D-limoneno	SEBS (5%)
F7	C9 aromático	SBS (5%)
F8	C9 aromático	SIS (5%)
F9	D-limoneno	SEBS (6%)
F10	D-limoneno	SBS (5%)
F11	D-limoneno	SIS (5%)
F12	D-limoneno	SIS (4%)
F13	D-limoneno	SBS (4%)
F14	D-limoneno	SEBS (4%)

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





F15	Óleo essencial da casca de laranja	SEBS (5%)
F16	D-limoneno	ESBO (5%)

As avaliações foram realizadas sobre o filme de resina formado na superfície dos substratos de madeira, tanto MDF quanto Pau-marfim (PM), segundo o Quadro 2.

Quadro 2. Relação MDF/PM para cada formulação

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
MDF	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
PM	-	-	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X

4.2 Compatibilidade e elasticidade

A elaboração sequencial de F1, F2 e F3 tem como justificativa a análise do potencial plastificante de ESBR e da influência que o teor deste plastificante tem sobre o aspecto do filme aplicado da resina em madeira. F1 mostrou-se opaca e esponjosa, em especial após teste de elasticidade. Dado que em F2 e F3 este aspecto foi reduzido proporcionalmente ao menor teor de ESBR, percebe-se que havia uma supersaturação do mesmo em F1, evidente na Figura 1. O aspecto do filme de F3 é mais homogêneo que os anteriores, mas é também rígido e quebradiço, principalmente após *Cold Check*, conforme observado na figura 2, o que se dá devido ao maior teor de poliestireno. Descarta-se, portanto, a utilização de ESBR como plastificante no seguimento do estudo.

Figura 1. F1 em MDF sem *Cold Check*

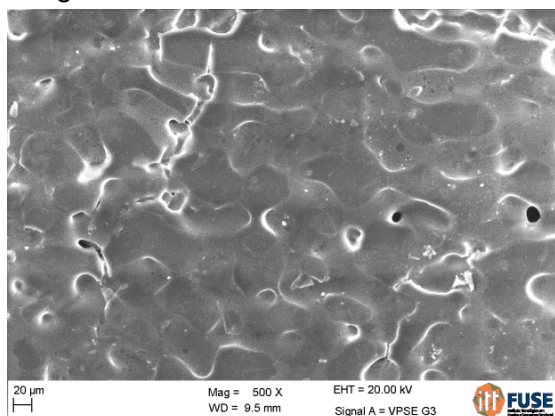
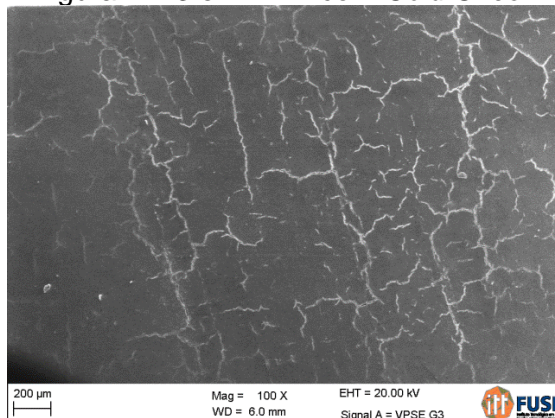


Figura 2. F3 em MDF com *Cold Check*



As formulações F4 e F5 apresentam aspecto muito heterogêneo após a aplicação, formando-se, como consequência, uma superfície semelhante a uma “casca de laranja”. Houve formação de rachaduras no filme após o teste de elasticidade em ambos os filmes, e em F4 houve desprendimento da borracha ao toque. F6, ao contrário, forma um filme homogêneo e não apresenta sinais de rachadura mesmo após variações térmicas, visto que se intensifica a interação com D-limoneno, responsável pela dispersão eficiente de SEBS ao longo do filme. Estas três formulações tornaram-se esbranquiçadas ao longo do *Cold Check*, pois as repetidas dilatações e contrações reforçam a incompatibilidade entre os componentes e, possivelmente, há desprendimento não observável a olho nu da superfície de MDF. Estas resinas foram aplicadas

Realização

Apoio Acadêmico



em substratos de Pau-Marfim, e os resultados observados foram semelhantes exceto pelo menor esbranquiçamento. Para confirmar a incompatibilidade entre plastificante e solvente em F4 e F5, formulou-se F7 e F8 com C9 aromático e foram obtidos filmes muito homogêneos, com boa cobertura e opacidade significativamente reduzida, mesmo após *Cold Check*. Os resultados mostram que os aspectos de F4 e F5 se devem à baixa compatibilidade do solvente natural com os intermediários das cadeias de borracha.

A homogeneidade em soluções com SEBS motivou a elaboração de F9. O único aspecto considerado negativo foi a separação de fase no filme aplicado, embora não tão evidente quanto em F4 e F5. As resinas F10 e F11 foram reelaborações de F4 e F5 com novo lote do solvente, desenvolvidas com o intuito de observar mudanças de propriedade consequentes da nova mistura racêmica do limoneno, que dependeria de seu resíduo de origem. A semelhança com os resultados de F4 e F5 demonstram que a origem do solvente é irrelevante para este estudo. Desenvolveu-se F12, F13 e F14 com menores teores dos plastificantes para avaliar se é possível reduzir os teores de borracha. Dentre estas, somente a formulação F13 permaneceu com aspecto heterogêneo, e após *Cold Check* somente F14 não ficou esbranquiçada.

Fez-se F15 com o intuito de avaliar a possibilidade de melhor reaproveitar mais um resíduo sólido no desenvolvimento da tinta, substituindo o D-limoneno pelo próprio óleo essencial da casca de laranja. Foi possível perceber um leve amarelamento no filme e na forma fluida da resina, diferente das formulações predominantemente incolores desenvolvidas até então. F15 mostrou-se mais homogênea do que a formulação equivalente com D-limoneno, e seu filme aplicado possui certa opacidade. Após *Cold Check*, a resina resistiu bem ao estiramento e não mostrou sinais de ruptura ou trinca, mas formaram-se pequenas manchas atribuídas à umidificação da madeira ou à separação de componentes minoritários do óleo. A resina F16 difere das demais por utilizar um óleo como plastificante, mas manteve-se o percentual médio de 5% para fins comparativos. A resina ainda fluida é extremamente homogênea, bem como seu filme aplicado. Ao contrário de F15, tinha elevado brilho na superfície mesmo após o *Cold Check*, sem formar quaisquer rachaduras ou trincas, o que demonstra extrema compatibilidade com D-limoneno e EPS.

4.3 Adesão ao substrato

Avaliou-se a adesão das resinas à madeira com as amostras na situação mais desfavorável à avaliação, ou seja, após *Cold Check*, e também antes do processo nos corpos de prova com resinas F4, F6, F7 e F8, em MDF, o que permite avaliar a influência do teste de elasticidade nesta característica. Os resultados são mostrados no Quadro 3.

Quadro 3. Resultados dos testes de adesão ao substrato

FORMULAÇÃO	ADESÃO SEM COLD CHECK		ADESÃO COM COLD CHECK	
	MDF	PM	MDF	PM
F01	-	-	85%	-
F02	-	-	95%	-
F03	-	-	65%	-
F04	95%	-	35%	85%
F05	-	-	35%	65%
F06	95%	-	85%	35%
F07	Mais de 95%	-	65%	-

Realização



Apoio Acadêmico





F08	Mais de 95%	-	65%	-
F09	-	-	-	95%
F10	-	-	-	65%
F11	-	-	-	85%
F12	-	-	-	65%
F13	-	-	-	85%
F14	-	-	-	Mais de 95%
F15	-	-	-	95%
F16	-	-	-	35%

Percebe-se nas resinas avaliadas antes e depois do *Cold Check* que há uma queda significativa na adesão das resinas, e também que o C9 aromático, muito mais compatível tanto com o poliestireno quanto com os plastificantes, inicialmente confere à resina maior adesão. Dentre os testes realizados somente após o *Cold Check*, as resinas que combinam D-limoneno e SEBS se destacam, em especial F14, que obteve resultados de adesão ao substrato acima de 95% mesmo após todos os ciclos previstos de variação térmica. Isto indica que a formulação F14 tem maior viabilidade que as demais, dado que a adesão é uma propriedade pouco ajustável nas etapas seguintes do desenvolvimento de tinta e seu desempenho enquanto resina já deve ser satisfatório. O baixo desempenho de F16 nesta avaliação sugere que o óleo ESBO não seja um potencial plastificante, mas pode se tornar um aditivo homogeneizante na composição da tinta, tornando-se mais um componente de origem natural deste produto.

4.4 Relação entre resina e textura superficial da madeira

O tipo de madeira dos corpos de prova se mostrou relevante na avaliação anterior. Observa-se que o MDF é um painel de madeira reconstituída com fibras desordenadas, enquanto o pau-marfim em sua forma natural possui fibras em disposição paralela. O MDF, ainda, não propicia a formação de filme em suas superfícies fibrosas, somente nas lisas. A diferença entre as superfícies é evidente na comparação entre as figuras 3 e 4.

Uma vez que se insira a tinta no mercado, o revestimento não será seletivo, assim propõe-se a aplicação das resinas somente em substratos de pau-marfim (PM), de modo a obter maior qualidade e confiabilidade nos resultados, tendo em vista o revestimento uniforme de pau-marfim evidente na figura 5, que traz uma região de limite do revestimento parcial sobre uma superfície deste tipo de madeira.

Figura 3. MDF lisa com F5

Figura 4. MDF fibrosa com F5

Figura 5. PM com/sem F5

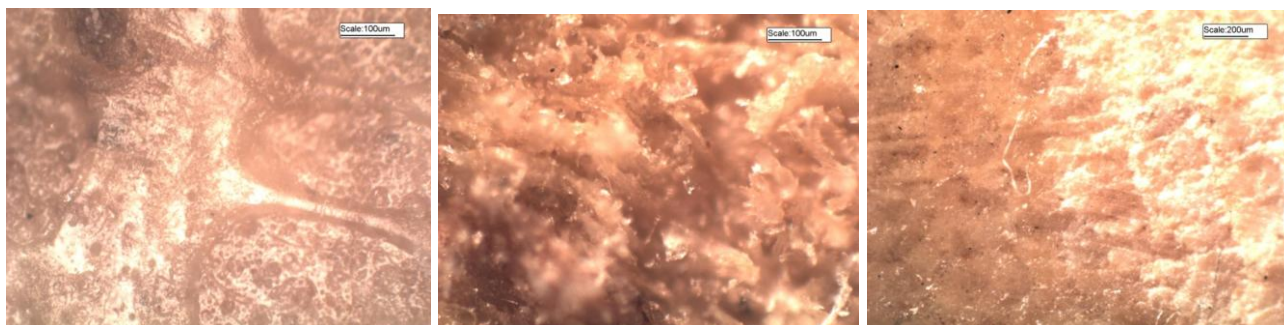
Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, percebe-se que há algumas formulações de especial sucesso levando em consideração o objetivo deste estudo. As formulações F6 e F14 destacam-se por mostrar compatibilidade do D-limoneno com a borracha SEBS; a formulação F16 mostra que o ESBO é um bom aditivo de formulação da tinta por ter uma utilidade distinta do plastificante comum e possuir origem natural, e, por fim, a formulação F15 evidencia que é possível utilizar o óleo essencial extraído diretamente do resíduo bruto da casca da laranja. Todas estas formulações servem como motivação para o seguimento do estudo, de modo que poderão ser adicionados pigmentos e aditivos, desenvolvendo efetivamente uma tinta.

Dessa forma, é evidente que não é necessária a utilização de um solvente aromático na formulação da tinta. O uso dos solventes naturais tem viabilidade técnica, conforme evidenciado neste estudo, o que traz inúmeros benefícios ao meio ambiente, uma vez que utiliza-se grandes quantidades tanto de EPS residual quanto de casca de laranja para manufatura da tinta, além de haver grande quantidade de componentes biodegradáveis nas composições desenvolvidas. A tinta, ainda, trará menos malefícios à saúde humana durante a aplicação, visto que, ao contrário do que é comum nas tintas comerciais, a tinta desenvolvida não terá solventes agressivos à saúde de quem a aplica. O procedimento simples e a não necessidade de refino na obtenção da matéria-prima também inferem no baixo custo de produção da tinta, reiterando a aplicabilidade do produto no mercado.

Conclui-se, portanto, que o reaproveitamento de resíduos como matéria-prima no fabrico de tinta é viável técnica e economicamente, além de contribuir grandemente para a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. EPS. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/comissao/setorial/eps/especificidade/sobre-o-produto>>. São Paulo: 2014. Acesso em 03 dez. 2014.

ABRAPEX - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. Disponível em: <www.abrapex.com.br>. São Paulo: 2014. Acesso em 01 dez. 2014.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos 2013. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalhe.cfm?NoticiasID=2091>. São Paulo: 2014. Acesso em 03 dez. 2014.

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica





AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS: ASTM D358 – Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings, United States of America: 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 13245 –Tintas para construção civil - Execução de pinturas em edificações não industriais –Preparação de superfície, São Paulo: 2011.

DEITOS, A.; KIELING, A. G.; FERNANDES, I. J.; MORAES, C. A. M.; BREHM, F. A. Avaliação do resíduo casca de laranja na obtenção de pectina e óleo essencial. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre, 2014.

FERNANDES, I. J.; KIELING, A. G.; BREHM, F. A.; AGOSTI, A.; MORAES, C. A. M. Avaliação da Extração de Óleo Essencial do Resíduo Casca de Laranja. 4º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. 2013.

FIEMA. Brasil recicla 34,5% do isopor pós-consumo. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/ideiasverdes/2014/09/24/brasil-recicla-345-do-isopor-pos-consumo/?topo=87,1,1,,,77>>. Porto Alegre: 24 set. 2014. Acesso em: 04 dez. 2014.

Florida Chemical. What is d-limonene?. Disponível em: <<http://floridachemical.com/whatisd-limonene.htm>>. 2012. Acesso em: 31 mar. 2015.

Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics – FAOSTAT. Trade of Crops and Livestock Products. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>>. 2012. Acesso em 31 mar. 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 2409 - Paints and varnishes – Cross-cut test, Geneva: 2010.

JIVAGO, D. Destino do lixo no Brasil (2014). Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/destino-do-lixo-no-brasil/>>. Acesso em 03 dez. 2014.

Pensamento Verde. O isopor é reciclável?. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/o-isopor-e-reciclavel/>>. São Paulo: 28 jul. 2013. Acesso em 05 dez. 2014.

REZENDE, S. Reciclagem do isopor cresce no Brasil a cada ano. Disponível em: <<http://www.sidneyrezende.com/noticia/232814+reciclagem+de+isopor+cresce+no+brasil+a+cada+ano7>>. São Paulo: 11 jul. 2014. Acesso em: 03 dez. 2014.

SPRITZER, L. Isopor: problemas e soluções. Disponível em: <<http://eugestor.com/editoriais/2014/08/isopor-problemas-e-solucoes/>>. Porto Alegre: 22 ago. 2014. Acesso em 03 dez. 2014.

Realização



Apoio Acadêmico

ESCOLA
Politécnica



lakis | Lab. do Ambiente Construído
Inclusão e Sustentabilidade
FUA | CDS | FGA | UOB